T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

TESİSAT TEKNOLOJİSİ VE İKLİMLENDİRME

HAVALANDIRMA TESİSAT ELEMANLARI

Ankara, 2015

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR iv
GİRİŞ 1
ÖĞRENME FAALİYETİ–1 3
1. KONFOR KLİMASINDA HAVA KANALI HESABI 3
1.1. Kanallarda Hava Debi / Hızlarının Belirlenmesi 3
1.1.1. Kanalların Hava Hızına Göre Sınıflandırılması 4
1.1.2. Statik Basınç 5
1.1.3. Dinamik Basınç 5
1.1.4. Toplam Basınç 6
1.2. Menfez Hesabı 6
1.2.1. Menfez Debisi ve Hava Hızı 7
1.2.2. Menfez Debisi ve Hava Hızına Göre Kataloglardan Menfez Boyutlarının Seçimi 9
1.3. Kanal Hesabı 12
1.3.1. Hız Metodu 12
1.3.2. Sabit Basınç Kaybı Yöntemi (Eşit Sürtünme Metodu) 12
1.3.3. Statik Basınç Geri Kazanım Yöntemi 13
UYGULAMA FAALİYETİ 16
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 19
ÖĞRENME FAALİYETİ–2 21
2. SANTRAL İÇİN FAN SEÇİMİ 21
2.1. Basınçlara Göre Fan Seçimi Yapmak 21
2.1.1. Emme Fanı 21
2.1.2. Egzoz Fanı 21
2.1.3. Basma (Besleme) Fanı 22
2.1.4. Fan Seçiminde Kullanılan Gerekli Ölçü Değerleri 22
2.1.5. Mutlak Basınç 23
2.1.6. Basma Yüksekliği 24
2.1.7. Fan Gücü ve Verimi 25
2.1.8. Debi 25
2.2. Tip Çark Gövde ve Tasarım Özelliklerine Göre Seçim Yapma 25
2.2.1. Aksiyal (Eksenel) Tip Fanlar 25
2.2.2. Radyal Tip Fanlar 26
2.2.3. Kapasitelerine Göre Fan Çeşitleri 28
2.3. Fan Eğrileri Çizelgesi ve Etkenlik Değerlerine Göre Seçim Yapma 29
2.4. Fan Devir Kontrolü 31
UYGULAMA FAALİYETİ 32
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 35
ÖĞRENME FAALİYETİ–3 36
3. İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİNDE KULLANILAN MENFEZ VE DAMPERLER 36
3.1. Tavan Tipi Emme/Basma Menfezleri 37
3.1.1. Menfezler Havanın Akış Yönüne Göre Menfezler 39
3.1.2. Difüzörler (Anemostat) 40
3.2. Duvar Tipi Emme/Basma Menfezleri 41
3.3. Süpürgelik Tipi Emme/Basma Menfezleri 41
3.4. Mahal İçin Konfor Şartları 42

3.4.1. Hava Akış Yönünün Tayini 42
3.4.2. Sıcaklık Değeri 44
3.4.3. Nem Değeri 44
3.4.4. Taze Hava Karışım Miktarı 45
3.5. Mahal İçin Şartlandırılmış Hava Debisi İhtiyacı 45
3.6. Damper ve Kullanımı 47
3.6.1. Dış Hava Giriş-Çıkış ve Karışım Damperleri 47
3.6.2. Yüzey ve By-Pass Damperleri 48
3.6.3. Menfez ve Difüzör Seçimi 49
UYGULAMA FAALİYETİ 52
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 55
ÖĞRENME FAALİYETİ–4 56
4. HAVALANDIRMA SİSTEMLERİNDE KULLANILAN SUSTURUCU VE TİTREŞİM KESİCİLER 56
4.1. Havalandırma Sistemlerinde Kullanılan Susturucular 56
4.1.1. Ses ve Gürültü Kirliliği 56
4.1.2. Ses Sönümleyici (Susturucu) Seçimi İle Gürültünün Azaltılması 60
4.2. Havalandırma Sistemlerinde Kullanılan Titreşim Kesiciler 62
4.2.1. Titreşimler 62
4.2.2. Titreşim Alıcılar 62
4.3. Sistem Ölçü ve Debisine Uygun Susturucu ve Titreşim Kesicinin Belirlenmesi 63
UYGULAMA FAALİYETİ 64
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 66
ÖĞRENME FAALİYETİ–5 67
5. HAVALANDIRMA SİSTEMLERİNDE KULLANILAN YALITIM MALZEMELERİ 67
5.1. Isı ve Buhar Yalıtım Malzemeleri 67
5.1.1. Isı Yalıtımı 67
5.1.2. Buhar Difüzyonuna Karşı Yalıtım Yapmak 72
5.2. Mekanik Titreşim Yalıtımında Kullanılan Cihazlar 76
5.2.1. Çeşitli Titreşim Kesiciler 76
5.2.2. Titreşim Alıcılar Seçilirken Dikkat Edilmesi Gereken Kurallar 77
5.2.3. Sismik Koruma Yalıtımı 78
5.2.4. Sismik Koruma Yapmak İçin Bilinmesi Gerekenler 80
5.3. Ses Yalıtımı Malzemeleri 81
5.3.1. Ses Yalıtımı Yapılırken Kullanılan Malzeme ve Yöntemler 82
UYGULAMA FAALİYETİ 83
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 85
ÖĞRENME FAALİYETİ–6 86
6. HAVALANDIRMA KANALI TESPİT ELEMANLARI 86
6.1. Galvaniz Rot (Tij) Çeşitleri 86
6.2. Çakmalı Dübel 87
6.3. Çekmeli Dübel 88
6.4. Sac Gömlekli Dübel 88
6.5. Cıvatalı Borulu Dübel 89
6.6. Galvaniz Perfore 89
6.7. L Profil 90
6.8. U Profil 90

6.9. Uzatma Somunu 91
6.10. Kanal Flanşı 92
6.11. Kanal Köşe Parçası 92
6.12. Neopran Conta 93
6.13. Sıkıştırma Klipsi Cıvata Somun 93
UYGULAMA FAALİYETİ 94
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 95
MODÜL DEĞERLENDİRME 96
KAYNAKÇA 99

AÇIKLAMALAR

ALAN	**Tesisat Teknolojisi ve İklimlendirme**
DAL/MESLEK	**Alan Ortak**
MODÜLÜN ADI	**Havalandırma Tesisat Elemanları**
MODÜLÜN TANIMI	Havalandırma tesisat elemanlarının tanıtıldığı ve ortama uygun havalandırma tesisatlarında kullanılan elemanların seçimini yapabilmek için gerekli bilgi ve becerilerin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	
YETERLİK	Havalandırma tesisatında kullanılan alet ve avadanlıkların özelliklerini bilmek, kullanılacak tesisat elemanlarının seçimini yapabilmek
MODÜLÜN AMACI	**Genel Amaç** Uygun ortam sağlandığında havalandırma tesisat elemanlarının seçimini yapabileceksiniz. **Amaçlar** **1.** Kanal kesit hesabı yapabileceksiniz. **2.** Santral için fan seçimi yapabileceksiniz. **3.** Menfez ve damperlerin seçimini yapabileceksiniz **4.** Susturucu ve titreşim kesicilerin seçimini **5.** yapabileceksiniz. **6.** Yalıtım malzemelerinin seçimini yapabileceksiniz **7.** Havalandırma kanalı tespit elemanları yapabileceksiniz
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	**Ortam** Atölye, sınıf, laboratuvar, kütüphane, İnternet ortamı (Bilgi teknolojileri ortamı), işletme, ev vb. kendi kendinize veya grupla çalışabileceğiniz tüm ortamlar ve fabrika ortamı **Donanım** Büyük ekran televizyon, sınıf veya bölüm kitaplığı, VCD veya DVD çalar, tepegöz, projeksiyon, bilgisayar ve donanımları, Internet bağlantısı, öğretim materyalleri vb.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Bilindiği gibi tarih boyunca insanlar yaşayabilecekleri ortamlar oluşturarak ferdi ya da toplu olarak yaşamışlardır.

İnsanlar toplu ve aynı mekânlarda yaşamaya başlayınca ortamda bulunan havanın bir şekilde temizlenmesi gereği ortaya çıkmıştır. Bu işlemi insanlar zamanın ve teknolojik gelişmelerin ışığında gerçekleştirerek günümüze kadar getirmiştir.

Bir havalandırma sisteminin temel amacı ; insanların daha rahat (konforlu) bir ortam içerisinde yaşamalarını sağlamak, bir ürünün saklanması veya endüstriyel işlem için gerekli ortamı oluşturmaktır.

Bu amaç doğrultusunda bu sistemin gerçekleştirilebilmesi için kurulum aşamasında uygun kapasitede, uygun donanımlı, verimli ve kontrollü çalışmayı sağlayacak ve gerektiğinde yeniliklere cevap verecek bir sistem tasarımı yapılmalıdır.

Teknolojideki baş döndürücü gelişmeleri yakından takip etmek gerekir. Tüm dünyada küresel ısınmadan söz edildiği sırada gelecek asrın mesleği olan havalandırma tesisatçılığına gereken önem gösterilmelidir.

İnsanların seçtikleri meslekleri benimsemeleri ve işlerini severek yapmaları, başarının temel şartıdır. Bu dalı tercih eden öğrenci, nasıl bir meslek sahibi olacağını bilmelidir. Bu, onun okul ve okul sonrası yaşantısını doğrudan etkiler. Mesleğini severek ve benimseyerek öğrenim gören öğrencinin daha başarılı olacağı unutulmamalıdır.

ÖĞRENME FAALİYETİ–1

AMAÇ

Bu faaliyetteki bilgi ve becerileri kazandığınızda, konfor klimasında hava kanalı hesabı tekniğine ve standardına uygun olarak yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Havalandırma tesisatı bulunan tesisleri dolaşarak konfor klimasında hava kanalı hesabı kullanıldığı yerler hakkında araştırma yapınız.
- Konfor klimasında hava kanalı hesabı ilgili sektörde faaliyet gösteren firmaları dolaşarak bilgi toplayınız. Topladığınız bilgileri rapor haline getirerek arkadaşlarınızla paylaşınız.

1. KONFOR KLİMASINDA HAVA KANALI HESABI

1.1. Kanallarda Hava Debi / Hızlarının Belirlenmesi

Etkin ve kontrollü bir havalandırma sisteminin kullanılabilmesi için vantilatörlerden yararlanılması gerekmektedir. Sanayi yapılarıyla ticari yapılardaki duman, ısı ve buharın mahalden dışarı atılmasında vantilatörlerin kullanılması zorunludur. Mahallerin, vantilatörlerden yararlanılmadan tabii bir şekilde havalandırılması dış hava şartlarının ideal olması koşulu ile nadiren olumlu sonuçlar verebilir. Oysa dış şartların ideal olması hali ender rastlanan bir durumdur. Dış ortamdaki temiz hava ancak uygun bir rüzgâr yardımı ile mahal içerisine yönlenebilir. Temiz havanın mahal içindeki dağılımı ise tamamen bir soru işretidir. Ayrıca dış hava sıcaklığı iç havanın sıcaklığından daha düşük olmaz ise ısınan ve kirlenen iç mahal havasının yapı dışına çıkması sağlanamaz. Bu duruma göre tabii havalandırma işleminin etkisi, hava sıcak ve durgun olduğu zaman asgari düzeye inecektir. Oysa ki mahallerin havalandırılması esas bu gibi durumlarda zorunludur. Doğal havalandırmanın etkisi aynı zamanda rüzgâr yönündeki değişmelerle birlikte sürekli olarak farklılık gösterecek ve komşu yapıların rüzgârı engellemesi nedeniyle muhtemelen etkisini kaybedebilecektir. Bunlardan başka mahal içine giren havada mevcut olan tozların ve kokuların etkili biçimde kontrol edilebilmesi olasılığı hiçbir zaman gerçekleşemeyecektir. Hava şartlarının uygun bir standartta tutulmasının sağlanması bakımından çoğu durumda vantilatörler aracılığı ile havalandırma yapılması zorunludur. Bu amaçla üç sistem uygulanır;

- Havanın mahal içinden emilerek tahliye edilmesi veya dışarı atılması yolu ile havalandırma,

- Havanın mahal içine basılarak veya üflenerek yönlendirilmesi yolu ile havalandırma,
- Her iki sistemin ortaklaşa uygulanması suretiyle havalandırma anılan sistemlerden oluşur.

Her sistemin kendine özgü bazı yararları vardır. Uygulama durumuna göre bu üç sitemden herhangi birisi tercih edilebilir. Belirli bir yapı için en uygun sistemin seçimi genellikle mahalin boyutlarına, şekline ve mahal içindeki tozların, kokuların ve sıcaklığın hangi ölçüde kontrol altına alınmak istendiğine bağlıdır.

1.1.1. Kanalların Hava Hızına Göre Sınıflandırılması

Hava hareketini sağlayan kuvvetlere göre üçe ayrılır:

1. Doğal havalandırma: Havanın hareketi ve dolayısıyla yenilenmesi sıcaklık farklarına ve rüzgâr etkisine bağlıdır. (Baca ve rüzgâr etkisiyle)

2. Doğal–mekanik havalandırma: Rüzgâr etkisiyle çalışan baca aspiratörleri örnek olarak verilebilir.

3. Mekanik havalandırma: Bu tip havalandırmada havanın hareketini bir vantilatör temin eder. Bu da üç şekilde olabilir.

- Mekanik girişli doğal çıkışlı (vantilatörlü)
- Doğal girişli mekanik çıkışlı (aspiratörlü)
- Mekanik giriş ve çıkışlı (vantilatör ve aspiratörlü)

Tipik Kanal Sistemleri

Kanal sistemleri geniş kullanma amaçlarına göre çok farklı olmakla birlikte genelde üç tipi mevcuttur.

- Tek Kanal Besleme Sistemleri
- Çift Kanal Besleme Sistemleri
- Dönüş ve Egzoz Sistemleri

1.1.1.1. Tek Kanallı Sistem

Tek kanal besleme sistemi düzenlemesi; havayı belirli bir sayıdaki bölgeye ulaştırır. Tek kanal sistemi, bütün bölgelere o bölgelerdeki gerekli en düşük hava sıcaklığını sağlayacak beslemeyi yapar. Bölgeler içindeki bir oda termostatı ve kol ayrımındaki bir ısıtıcı yardımıyla her bir bölgenin sıcaklığı kontrol edilir. İstenen en küçük havalandırma miktarı, dış hava damperleri minimuma ayarlanarak yapılır. Aşırı soğuk ve aşırı sıcak havalarda dış hava damperleri en düşük değere ayarlanır. Fakat ılık havalarda bunlar açık olabilir.

1.1.1.2. Çift Kanallı Sistem

Çift kanal besleme sistemleri ise her bir bölgeye biri sıcak diğeri soğuk hava gönderen iki kol gider. Bölgedeki istenen oda sıcaklığını ayarlamak için bir karışım odasında sıcak ve soğuk belirli oranlarda karıştırılır.

1.1.1.3. Dönüş ve Egzoz Sistemleri

Dönüş ve egzoz sisteminde ise bir besleme devresinde bulunan kol çıkışları yerine izafi olarak daha çok sayıdaki kol girişleri ile karakterize edilebilir. Bir klima kanal devresinin dönüş hava kısmı ve bir fabrikanın egzoz kanal devresi bu tip sistemlere tipik örneklerdir.

Hava hızına göre;

- Düşük hızlı hava kanalları,
- Konfor tesisatında 10m/s'yi geçmez.
- Endüstri tesislerinde 12-15m/s
- Bu hızların üzerindekiler yüksek hızlı kanal

Hava basıncına göre;

- 100mmSS'na kadar alçak basınç,
- 175mmSS'na kadar orta basınç,
- 300mmSS'na kadar yüksek basınç.

1.1.2. Statik Basınç

Statik basınç, sıkıştırılmış havanın 1 m^3'ünün serbest kalması halinde meydana çıkacak potansiyel enerjiyi gösterir. Ayrıca vantilatörlerde güç tecrübeleri kaidelerine göre "Bir doğru şeklinde akmakta olan bir sıvının iç basıncıdır" şeklinde de tarif edilebilir ki bu basıncı sıvı içinde aynı hızla hareket eden bir basınç ölçme aleti gösterebilir. Statik basınç aynı zamanda bir kanala paralel olarak akan akışkanın bu kanal üzerine etkisidir. Bu basınç kg/m^2 veya mmSS olarak ölçülür.

1.1.3. Dinamik Basınç

Havanın kinetik enerjisine eşit olup hızın ikinci kuvveti ve özgül ağırlığının birinci kuvvetiyle orantılıdır. Ölçü birimi statik basınç gibidir. Dinamik basınç, akmakta olan akışkanın bir engele çarpmasını müteakip engelin önünde meydana gelen en büyük basınç artışı veya aynı akışkanın durgun halinden akıştaki hızına yükselmesi için gerekli basınçtır.

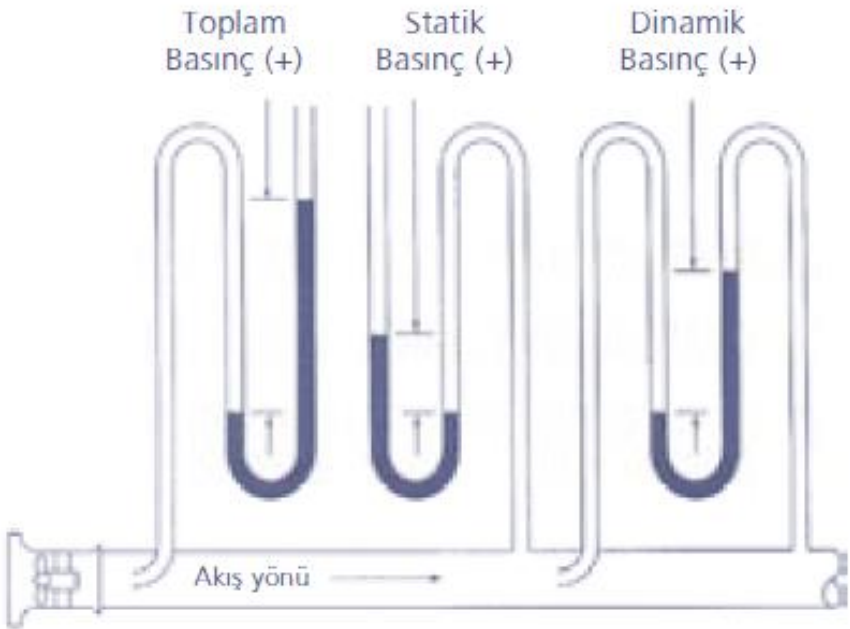
Aşağıdaki formülden hesaplanır.

$$\ell = \frac{\gamma}{g} \qquad P_{dyn} = \frac{\ell}{2}\omega^2$$

T = 20°C sıcaklık ve P = 760 Torr basınçta γ = 1,2 kg/m^3 olduğundan
P_{dyn} = 0.061 W 2

1.1.4. Toplam Basınç

Toplam basınç statik ve dinamik basınçların toplamına eşittir. Toplam basınç da statik basınç gibi mutlak veya efektif olarak ifade edilebilir. Pratikte gerektiğinde yükseklik farklarının da hesaba ilave edilmesinin kolay olması için baz olarak atmosfer basıncı alınır.



Şekil 1.1: Basınç çeşitleri

1.2. Menfez Hesabı

Günümüzde iklimlendirme güncel hayatın ayrılmaz bir parçasıdır. Modern yaşam akışı içinde teknolojik gelişmeler ile birlikte iklimlendirme her geçen gün çok daha yaygın olarak yaşam mahallerimize girmekte ve klima sistemlerinin kullanımı mahallerde giderek yaygınlaşmaktadır.

Menfezler havalandırma ve klima sistemlerinde yer alan son ekipmanlardır. Bulunduğu mahal içerisinde konfor şartlarını sağlayabilmek için bu ekipmanların doğru

seçilmiş olması sistemin kusursuzluğu açısından büyük önem taşımaktadır. Ortama verilen havanın mahal içerisinde dağılması, menfezlerin yerlerinin ve tiplerinin belirlenmesi havalandırma tekniğinin en önemli konularından biridir. Araştırmalar havalandırma sistemlerine ait sorunların büyük bir çoğunluğunun menfezlerden kaynaklandığını ortaya koymaktadır. Menfez seçimi için her duruma uygun kesin kurallar koymak mümkün değildir. Özellikle yüksek ısıtma ve soğutma yükü olan karmaşık geometrik ölçülere sahip mahallerde güçlüklerle karşılaşılmaktadır. Çok alçak ve çok yüksek tavanlı mahaller, içinde balkon bulunan salonlar, sarkan kirişli veya tavan yüksekliği değişken mahaller, konser salonları vb. havalandırma için zor mahallerdir.

"Havalandırma sistem seçimimiz ne kadar doğru ve başarılı olursa olsun, menfezlerin doğru seçim ve yerleşimi yapılmaz ise ideal konfor şartlarını sağlamak mümkün değildir."

Menfezlerin görevi, mimari tasarıma uygun olarak kirlenen havanın ortamdan atılması, temiz havanın içeriye sevk edilmesi, gerekli hava debisinin verilmesi, havanın mahal içerisinde yayılması, rahatsız edici hava akımları oluşturmaması, havayı doğrudan toplayıcı menfezlere göndermemesi ve mahalde gürültü oluşturmamasıdır.

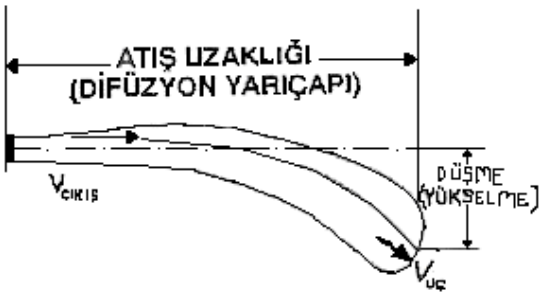
Klima sistemlerinde menfez seçimleri yapılırken,

- Isı yükü,
- Hava değişim miktarı,
- Mimari özellikler göz önüne alınarak menfez tipi seçimi yapılmalıdır.

Menfez özellikleri; menfez ebatları, hava debisi, mahaldeki hava hareketi, mahalin sıcaklık dağılımı ve ses seviyesine göre belirlenmelidir.

1.2.1. Menfez Debisi ve Hava Hızı

Havalandırma tekniğinde kullanılan menfez ve difüzörler için bazı önemli terimler vardır.



Şekil 1.2: Menfezin hava atış uzaklığı ve düşmesi

Atış uzaklığı (Difüzyon yarıçapı): Hava jetinin ortalama hızının belirli bir Vuç hızına kadar düştüğü nokta ile menfez arasındaki yatay uzunluktur.

Düşme: Belirli bir atış uzaklığında, jet merkezi ile menfez yatay ekseni arasındaki düşey uzaklıktır.

Çıkış hızı: Jetin menfezden çıkışındaki hava hızıdır.

Uç hızı: Jetin ucundaki hava hızı (Vuç=0,15…….1,0 m/s)

Konfor kriterleri bize mahal içerisinde hangi faktörleri değiştirmemiz ve kontrol etmemiz gerektiğini açıklar.
Bu faktörler;

1. Yaş-kuru termometre sıcaklıkları,
2. Bağıl nem,
3. Mahaldeki ısı kazanç ve kayıpları,
4. Mahaldeki hava hareketi,
5. Ses seviyesi,
6. Mahal hava hızıdır.

Bir mahal içinde bulunan bireyler tarafından hissedilen hava akımının nedeni basma havasının sıcaklığı ya da bir başka deyişle basma havası ile mahal havası arasındaki sıcaklık farkıdır.

Basma havası ile mahal havasının birbirine karıştırılması sonucunda, mahalin çeşitli bölgelerinde hissedilen ısı duyguları yeterli bir benzerlik ve homojenlik özelliğine sahip bulunmalıdır. Bu benzerlik ve homojenlik özelliğine erişilmesi ancak emme ve basma menfezlerinin uygun bölgelerde seçilmesi sayesinde mümkün olabilir. Mahale üflenen hava sıcaklığı ile mahal havası arasındaki sıcaklık farkı, Δt= 6-10 K arasında olmalıdır.

Ortam havasının bağıl nemi %40 - %60 arasında olacak şekilde şartlandırılması konfor için gereklidir.

Mimari yerleşim ve ortamda bulunan ciddi ısı kazancı ve kaybı yaratan etkenler hesaplara dâhil edilmelidir. Buna göre mahal içerisinde menfezlerin yerleştirileceği konumlar belirlenip hava hareketinin nasıl olacağı göz önüne alınmalıdır. Menfez ve kanaldaki hava hareketinden kaynaklanan ses seviyesi ortamdaki ses dikkate alınarak seçilmelidir.

Konfor veya rahatlık duygusunun sağlanmasını amaçlayan iklimlendirme tesislerinde, mahalin kullanılma amacına ve bireylerin uğraşı durumuna bağlı olarak mahal hava hızı olarak 0,1 ila 0,3 m/sn aralığında değişen hız değerleri kabul edilebilir.

Mahal hava hızlarına karşılık bireylerin tepkilerine ait bilgiler Tablo 1.1'de yer almaktadır.

Mahal Hava Hızı m/s	Bireyler Tarafından Gösterilen Tepki	Uygulanma Alanı
0 - 0,1 m/s	Tepki genellikle olumsuz niteliktedir. Havanın durgun olduğu ve boğulma hissinin duyulduğu söylenir.	Bu aralıktaki hız değerleri ender hallerde kullanılır.
0,1- 0,2 m/s	Tepki olumlu niteliktedir.	Bu hız sınırları konfor kliması amaçlı iklimlendirme tesislerinde kullanılır.
0,2-0,3 m/s	Tepki; oturan insanlar için olumsuz, duran veya yavaş hareket eden insanlar için uygundur.	Söz konusu hız değerleri mağazalar, bankalar ve kamu yapısı gibi tesislerde konfor kliması alanında kullanılır.
>0,3 m/s	Tepki uygunsuz niteliktedir. Hava akımlarından dolayı rahatsızlık hissi duyulur.	Bu sınırdan büyük olan hız değerleri endüstriyel iklimlendirme tesislerinde uygulanır.

Tablo 1.1: Bir firmaya ait toplayıcı menfez seçim değerleri

Buradaki tepkiler bazı faktörlere bağlı olarak farklılık ve ayrıcalık gösterebilir.

1. Bireyin cinsi ve yaşı
2. Oturma, ayakta durma veya gezinme gibi bireylerin yaptığı uğraşının niteliği
3. Mahallin hangi amaçla kullanıldığı

Örneğin; bir büro mahalinin, bir mağazanın veya bir konferans salonunun söz konusu olması anılan faktörler arasındadır.

Bazı Uygulamalar için Tavsiye Edilen Hava Hızları (m/s)	
Radyo ve Film Stüdyosu, Ameliyathane	1.5-2.5 m/s
Hastane, Yatak Odası, Otel Odası, Konut, Cami	2-4 m/s
Dershane, Konser Salonu, Kütüphane, Bankalar	2.5-5 m/s
Konferans Salonu, Mağaza, Balo Salonu, Lobi	5-8 m/s
Market, Fabrika, Jimnastik Salonu, Depo	8-10 m/s

Tablo 1.2: Menfez hava hızları

1.2.2. Menfez Debisi ve Hava Hızına Göre Kataloglardan Menfez Boyutlarının Seçimi

Menfez seçimi ve yerleşimi için aşağıdaki yol izlenebilir:

- Her hacme üflenecek hava miktarı belirlenir.
- Her hacme konulacak menfez sayısı ve tipi belirlenir. Bunun için gerekli hava miktarı, atış için kullanılacak mesafe, düşme mesafesi, yapının karakteristikleri ve mimari yapı göz önünde tutulur.
- Menfezler oda içinde havayı mümkün olduğunca homojen ve düzgün olarak dağıtabilecek bir biçimde yerleştirilir.
- Üretici kataloglarından hava miktarı, çıkış hızı, dağıtım biçimi ve ses düzeyi gibi performans bilgileri kontrol edilerek uygun boyutta menfez seçilir.

Örnek: Bir ortamdaki hava debisi 5000 m^3/h ve 10 adet dağıtıcı kullanılacaktır. Menfez boyutlarını seçiniz.

Çözüm: Her bir menfezde 5000/10=500 m^3/h hava debisi düşer. Çizelge 2.1'den buna en yakın değer 510 m^3/h debili, 15 × 30 cm^2lik bir menfez seçilebilir.

ÖLÇÜLER cm	FAYDALI ALAN cm²	HAVA HIZLARI m/s						
		1	1.53	2	2.54	3	3,55	4
10x20	140	51	77	102	128	153	179	204
10x25	186	68	102	136	170	204	238	272
15x25	280	102	153	204	255	306	357	408
20x25	390	143	214	286	357	428	500	571
10x30	242	88	133	146	221	265	309	354
15x30	344	126	189	252	315	377	440	503
20x30	484	177	265	354	442	530	619	707
30x30	763	279	418	558	697	836	978	1115
15x35	400	146	219	292	366	439	512	585
20x35	567	207	311	415	519	622	726	830
20x40	660	241	362	483	604	724	845	966
25x40	856	313	469	626	782	938	1095	1251
30x40	1042	381	571	762	952	1142	1333	1523
40x40	1432	524	785	1047	1309	1571	1833	2094
20x45	774	272	408	544	680	816	952	1088
30x45	1181	432	648	864	1080	1295	1511	1727
45x45	1842	673	1010	1346	1683	2020	2356	2693
15x50	605	221	332	442	553	633	774	884
20x50	837	306	459	612	765	918	1071	1224
30x50	1321	483	724	966	1207	1446	1690	1931
15x60	726	265	398	530	663	796	928	1061
30x60	1609	588	382	1176	1471	1765	2059	2353
45x60	2493	911	1367	1822	2278	2734	3189	3645
60x60	3389	123	1856	2475	3094	3713	4332	4950

HIZ m/s	1	1,53	2	2,54	3	3,55	4
STATİK BASINÇ mmSS	0,10	0,23	0,37	0,60	0,85	1,12	1,47

Tablo 2.1: Bir firmaya ait toplayıcı menfez seçim değerleri

Örnek: Bir ortamdaki hava debisi 6000 m^3/h ve bu ortam için 8 adet yuvarlak anemostat kullanılacaktır. Anemostat boyutlarını seçiniz.

Çözüm: Bir anemostat için 6000/8=750 m^3/h debi bulunur. Çizelge 2.2'den en yakın değer 720 m^3/h debi ile çerçeve çapı 500 mm ve hava çıkış hızı 4 m/s olan anemostat seçilir.

Örnekte çıkan değerleri aşağıdaki çizelgeden işaretlediğimiz gibi tespit ederiz**.**

Boğaz Çapı Ø	Çerçeveler Ø	YUVARLAK TAVAN DİFÜZÖRLERİNİN SEÇİM TABLOSU								
		Hava çıkış hızı (m/s)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
100 (0,00785 m^2)	300 (mm)	Hava miktarı (m^3/h)	28	56	84	112	140	168	196	224	252
		Atış mesafesi min.	0,23	0,6	0,7	0,9	1,0	1,15	1,3	1,5	1,7
		(m) max.	0,4	0,8	1,2	1,55	1,9	2,3	2,7	3,1	3,5
		Statik basınç (mmSS)	0,2	0,4	1,0	1,6	2,5	3,8	5,5	7,5	9,5
		Hava sesi (dBA)	18	21	23	25	28	30	33	35	40
150 (0,01756 m^2)	400 (mm)	Hava miktarı (m^3/h)	70	140	210	280	350	420	480	560	630
		Atış mesafesi min.	0,4	0,8	1,0	1,3	1,6	1,9	2,1	2,4	2,7
		(m) max.	0,7	1,3	2,0	2,6	3,1	3,7	4,4	5,0	5,6
		Statik basınç (mmSS)	0,2	0,4	1,0	1,7	2,6	3,8	5,6	7,5	9,6
		Hava sesi dBA)	19	22	25	28	31	33	36	39	42
250 (0,049 m^2)	500 (mm)	Hava miktarı (m^3/h)	180	360	540	720	900	1060	1260	1440	1620
		Atış mesafesi min.	0,55	1,1	1,45	1,9	2,3	2,7	3,1	3,5	3,9
		(m) max.	1,0	2,0	2,9	3,8	4,4	5,5	6,5	7,0	8,0
		Statik basınç (mmSS)	0,3	0,5	1,1	1,9	3,0	4,0	5,7	7,6	9,8
		Hava sesi (dBA)	21	24	27	31	34	37	41	44	47

350 (0,0962 m²)	600 (mm)	Hava miktarı (m³/h)	350	700	1050	1400	1750	2100	2450	2900	3150
		Atış mesafesi min. (m)	0,8	1,5	1,95	2,55	3,1	3,6	4,1	4,7	5,15
		max.	1,5	2,7	4,0	5,2	6,3	7,5	8,55	9,5	10,5
		Statik basınç (mmSS)	0,3	0,5	1,1	2,0	3,0	4,1	5,7	8,0	10,0
		Hava sesi (dBA)	22	26	31	33	38	40	45	49	51

Tablo 2.2: Bir firmaya ait yuvarlak anemostat seçim değerleri

1.3. Kanal Hesabı

Otomatik olarak ekonomik kanal sistemini veren hiçbir kanal tasarım (dizayn) yöntemi yoktur. Bunun yerine teklif edilmiş ve bugün kullanılan çeşitli dizayn yöntemleri mevcuttur. Farklı durumlarda bu yöntemlerden biri seçilerek hesap yapılır. Bu yöntemlerden hangisinin seçileceği aslında maliyet kalemlerinin dikkatlice değerlendirilmesi ile kararlaştırılmalıdır. Bu kısımda farklı dizayn yöntemlerinin özellikleri ve hangi hallerde kullanılmasının tavsiye edildiği üzerinde durulacaktır.

1.3.1. Hız Metodu

Tecrübeli bir projeci, kanal sistemi boyunca uygun hızlar takdir ederek basit bir şekilde kanal boyutlandırılması gerçekleştirebilir. Birkaç çıkışı olan ve kolayca dengelenebilen basit kanal sistemlerinin dışında bu yöntemi başkaları kullanmamalıdır. Bu yöntemde hız, kanal boyunca giderek azaltılır.

Sabit Hız Yöntemi yine tecrübe ile optimum bir hız seçerek bütün kanal sistemi boyunca bu hızı koruyacak şekilde boyutlandırma yapılabilir. Bu yöntem en çok yüksek basınçlı kanal sistemlerinde kullanılır. Bu kanal sistemlerinde havayı kullanım alanlarına dağıtmadan önce hızı ve sesi düşürmek üzere genişletilmiş terminal kutuları kullanılır.

Sabit hız yönteminin kullanıldığı ikinci ana uygulama alanı ise endüstriyel toz toplama kanal boyutlandırılmasıdır. Tozların ve tekstil endüstrisinde olduğu gibi elyafın taşınabilmesi için belirli minimum hız değeri bulunmaktadır. Dolayısıyla bu tür endüstriyel egzoz kanallarında hız değeri söz konusu sınır değerin altına düşmeyecek şekilde boyutlandırma yapılır.

1.3.2. Sabit Basınç Kaybı Yöntemi (Eşit Sürtünme Metodu)

Kanal dizaynında belki de en geniş kullanılan yöntemdir. Bu sistemde bütün kanal boyunca birim uzunluktaki sürtünme kaybı aynı tutulur. Besleme, egzost ve dönüş kanallarının boyutlandırılmasında kullanılabilir. Normal olarak yüksek basınçlı sistemlerin boyutlandırılmasında (750 Pa üzeri) kullanılmaz. Bu yöntemde besleme kanallarında akış yönünde hız otomatik olarak giderek azaltılır. Böylece ses üretimi ihtimali de giderek azalır. Bu yöntemin ana dezavantajı çeşitli kanal kollarındaki basınç düşümlerinin eşitlenmesi

yönünde hiçbir önlem getirilememesidir. Bu nedenle simetrik sistemler veya dallanmayan tek kanallar için uygundur.

1.3.3. Statik Basınç Geri Kazanım Yöntemi

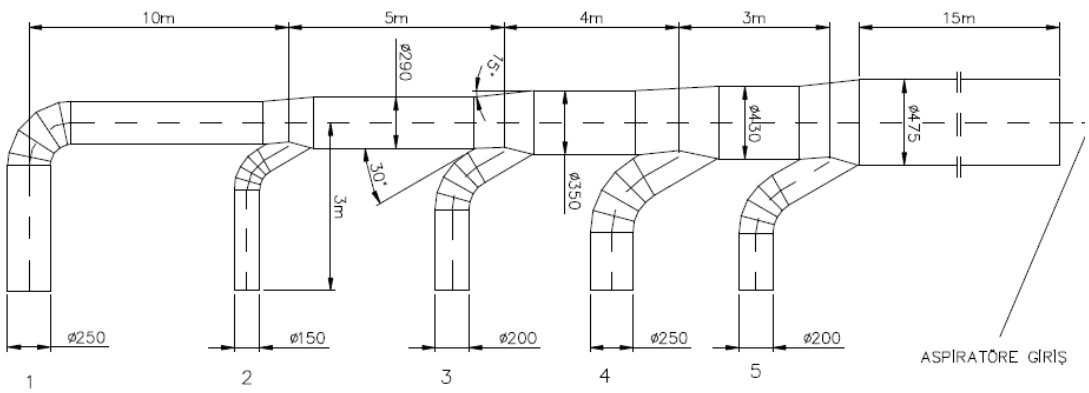
Bu yöntem her basınç ve hızdaki besleme kanalları için uygulanabilir. Ancak normal olarak dönüş ve egzoz kanalları için kullanılmaz. Hesap olarak eş sürtünme yöntemine göre daha karmaşık olmasına karşın, teorik olarak bütün kollarda ve çıkışlarda üniform basınç düşümü yaratması açısından daha güvenilir bir yöntemdir.

Kanaldaki hızlar sistematik olarak azaltılır. Her bir kanal parçasının önünde hız düşürülerek dinamik basınç (hız basıncı) statik basınca dönüştürülür ve bu parçadaki basınç kaybının karşılanmasında kullanılır. Ortalama kanal sistemlerinde bu statik geri kazanma %75 oranındadır. İdeal şartlarda bu oran %90'a kadar yükselebilir.

Bu sistemin avantajı kanal sisteminin dengede (ayarlanan şekilde) kalmasıdır. Çünkü kayıp ve kazançlar hızla orantılıdır. Yüke bağlı olarak debilerin azalması sistemdeki reglajı (balansı) bozmaz. Bu nedenle VAV sistemleri için ideal bir yöntemdir.

Statik geri kazanma yönteminin dezavantajı uzun kolların sonlarında, özellikle bu kanal kolu diğerlerine göre çok uzunsa, aşırı büyük kanal boyutları vermesidir. Ayrıca bu bölgelerde hızlar da çok düştüğünden kanalın ısı kayıp ve kazançlarına karşı izolesi gerekir.

Örnek :



Şekil 1.3: Menfezin hava atış uzaklığı ve düşmesi

Bir kurşun işleme tesisinde işlem yapan makinelerden çıkan tozların toplanıp filtre edilmesi için gerekli aspiratör debisi ve basıncının hesaplanması aşağıdaki şekilde yapılmalıdır.

Makine çıkış ağızlarına göre ve yerleşim yerine göre oluşturulmuş kanal krokisi gibidir.

Kanal basınç hesabı kritik noktaya göre yapılır. Buna göre 1 nolu emişten aspiratöre doğru gidilerek hesap işlemi yapılır.

A Hava debisinin hesaplanması ;
V= AxW W =25 m/s seçilir. Her emiş ağzı için kullanılır.
1 nolu emiş ağzı ;
D= Ø 250 A = pd 2 /4 = 0.049 m 2 ; V = 0.049 .25.3600 = 4416 m 3 /h
2 nolu emiş ağzı ;
D= Ø 150 A = pd 2 /4 = 0.0176 m 2 ; V = 0.0176 .25.3600 = 1590 m 3 /h
3 nolu emiş ağzı ;
D= Ø 200 A = pd 2 /4 = 0.0314 m 2 ; V = 0.0314 .25.3600 = 2826 m 3 /h
4 nolu emiş ağzı ;
D= Ø 250 A = pd 2 /4 = 0.049 m 2 ; V = 0.049 .25. 3600 = 4416 m 3 /h
5 nolu emiş ağzı ;
D= Ø 200 A = pd 2 /4 = 0.0314 m 2 ; V = 0.0314 .25.3600 = 2826 m 3 /h
VT = 4416+1590 +2826+4416+2826 = 16.074 m 3 /h

B Basınç kaybının hesaplanması (sabit hıza göre);

1 nolu emişten aspiratöre doğru (kritik devreye göre)
1 düz boru Ø 250 L = 3 m W= 25 m/s
P= RxL
R = 1 m borudaki basınç kaybı
P= 2,8 x3 = 8.4 mmSS
2Ø 250 90° dirsek W = 25 m/s

5 parçalı R/D = 2 olan dirsek için basınç kaybı P= 7,62 mmSS

3 düz boru Ø 250 L= 10 m P= 2,8 x10 = 28 mmSS

4 kesit genişlemesi (Ø 250 Ø 390)
F1/F2 = 0.049/0.066 = 0,742 a > 8 x = 0.1
P = x x Pdyn
Pdyn = 0.061 W 2 Z= 0.1x 38.125 = 3.8125 mmSS

5 düz boru Ø 290 L = 5 m
P= RxL = 2,3 x 5 = 11.5 mmSS
6 kesit genişlemesi (Ø 290 Ø 350)
F1/F2 = 0.066 / 0.096 = 0.6875
P= x x Pdyn = 0.112 x 38.125 = 4.27 mmSS

7 düz boru Ø 350 L = 4 m
P= 1.8 x 4 = 7.2 mmSS

8 kesit genişlemesi (Ø 350 Ø 430)
F1/F2 = 0.096 / 0.145 = 0.66
P= x x Pdyn = 0.12 x 38.125 = 4.575 mmSS

9 düz boru Ø 430 L = 3 m
P= 1.4 x 3 = 4.2 mmSS
10 kesit genişlemesi (Ø 430 Ø 475)
F1/F2 = 0.145 / 0.177 = 0.819
P= x x Pdyn = 0.04 x 38.125 = 1.525 mmSS

11 düz boru Ø 475 L = 15 m
P= 1.25 x 3 = 18.75 mmSS
PT = 1+……..+11 = 100 mmSS ; P = 100x1,1 = 110 mmSS

Bu bulunan basınç değeri imalat hatalarına karşı %10~15 oranında artırılır.

Sistemde var olan torbalı filtre, siklon vs. gibi dirençler var ise bunlar da bulduğumuz kanal basıncına ilave edilir.

Hesabını yaptığımız kurşun tesisinde torbalı jet filtre kullanacağımız için, filtre basıncı imalatçı kataloğundan seçilip ilave edilir.

Filtre basıncı = 150 mmSS
Kanal basıncı = 110 mmSS
Aspitatör toplam basıncı = 150 +110 = 260 mmSS
Aspiratör Karakteristiği :
V = 16.000 m 3 /h
PT = 260 mmSS

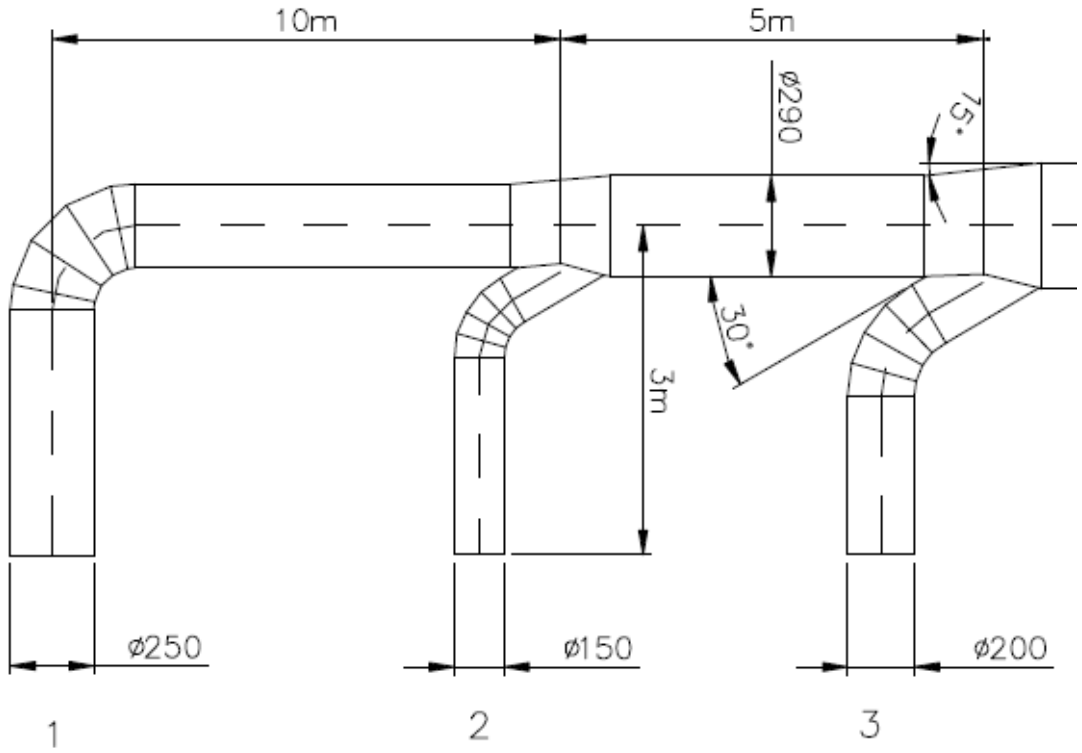
UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek kanal kesit hesabı yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Havalandırma kanalı projesi üzerinde metraj çıkarınız.	➢ İş önlüğü giyiniz. İş önlüğü giymek çalışma disiplininize etki edeceğinden işe odaklanmanızı artıracaktır. ➢ Proje seçimini yapınız. ➢ İş güvenliği tedbirlerini göz önünde bulundurunuz.
➢ Kanal metraj tablosu doldurunuz.	➢ Metraja göre hesaplamalar basamak basamak yapılmalıdır.
➢ Basınç düşümünü hesaplayarak boyut çıkartınız.	➢ Hesaplamalarda boyut ve basınç değerleri konfor değerlerinde olmasına dikkat edilmelidir.
➢ Hesap doğruluğunu kontrol ediniz.	➢ Hesaplamalarda kritik devre kontrolü yapılmalıdır.

UYGULAMA

Aşağıda verilen kanalın hava debisini hesaplayınız.



V= AxW W =25 m/s seçilir. Her emiş ağzı için kullanılır.
1 nolu emiş ağzı;
D= Ø 250 A = pd 2 /4 = 0.049 m 2 ; V = 0.049 .25.3600 = 4416 m 3 /h
2 nolu emiş ağzı ;
D= Ø 150 A = pd 2 /4 = 0.0176 m 2 ; V = 0.0176 .25.3600 = 1590 m 3 /h
3 nolu emiş ağzı ;
D= Ø 200 A = pd 2 /4 = 0.0314 m 2 ; V = 0.0314 .25.3600 = 2826 m 3 /h

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Çizim yapacağınız kâğıdınızı resim masasına bağladınız mı?		
2. Çizim araç ve gereçlerini metotlarına uygun olarak kullandınız mı?		
3. Hesaplamayı standartlara uygun olarak yaptınız mı?		
4. Hesaplamanın doğruluğunu kontrol ettiniz mi?		
5. Hesaplamayı teslim ettiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "**Hayır**" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "**Evet**" ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi hava hareketini sağlayan kuvvetlerinden değildir?
A) Doğal havalandırma B) Doğal–mekanik havalandırma
C) Mekanik havalandırma D) Vakumlama

2. Aşağıdakilerden hangisi kanal sistemlerinden değildir?
A) Tek kanal besleme sistemleri B) Çift kanal besleme sistemleri
C) Dört kanal besleme sistemleri D) Dönüş ve egzoz sistemleri

3. Aşağıdaki seçeneklerdeki hangi basınca kadar alçak basınçlı sistem olarak adlandırılır?
A) 100mmSS B) 175mmSS
C) 300mmSS D) 50mmSS

4. Aşağıdakilerden hangisi sıkıştırılmış havanın 1 m^3ünün serbest kalması halinde meydana çıkacak potansiyel enerjiyi gösterir?
A) Dinamik basınç B) Statik basınç
C) Toplam basınç D) Potansiyel basınç

5. Aşağıdakilerden hangisi menfez seçimi yaparken dikkate alınmaz ?
A) Kanatçık aralıkları B) Isı yükü
C) Hava değişim miktarı D) Mimari özellik

6. Aşağıdakilerden hangisi konfor kriterleri bize mahal içerisinde hangi faktörleri değiştirmemiz ve kontrol etmemiz gerektiğini açıklamaz?
A) Bağıl nem B) Ses seviyesi
C) Renk tonu D) Mahaldeki hava hareketi

7. Konferans salonu, mağaza, balo salonu ve lobilerde hava hızı ne kadar olmalıdır?
A) 2-4 m/s B) 2.5-5 m/s C) 9-12 m/s D) 5-8 m/s

8. Her basınç ve hızdaki besleme kanalları için uygulanabilir kanal hesabı hangisidir?
A) Hız metodu B) Eşit sürtünme metodu
C) Statik basınç geri kazanım yöntemi D) Frekans yöntemi

9. Bir ortamdaki hava debisi 5000 m^3/h ve 10 adet dağıtıcı kullanılacaktır. Her menfeze ne kadar hava debisi düşer ?
A) 50 m^3/h B) 5 m^3/h C) 10 m^3/h D) 50000 m^3/h

10. Mağazalar, bankalar ve kamu yapısı gibi tesislerde konfor kliması alanında kullanılan hava hızı kaçtır?

A) 0 - 0,1 m/s B) 0,1- 0,2 m/s C) 0,2-0,3 m/s D) >0,3 m/s

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–2

AMAÇ

Bu faaliyetteki bilgi ve becerileri kazandığınızda, havalandırma tesisatında kullanılan fanları tanıyacak, tekniğine ve standardına uygun olarak seçimlerini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Havalandırma tesisatı bulunan tesisleri dolaşarak fanların kullanıldığı yerler hakkında araştırma yapınız.
- Fanlarla ilgili sektörde faaliyet gösteren firmaları dolaşarak bilgi toplayınız.
- Topladığınız bilgileri rapor haline getirerek arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. SANTRAL İÇİN FAN SEÇİMİ

2.1. Basınçlara Göre Fan Seçimi Yapmak

Bir basınç farkı oluşturarak havanın akışını sağlayan cihazlara fan denir. Fanın hareketli elemanı olan kanatlar hava üzerinde iş yapar ve ona statik ve kinetik enerji kazandırır. Havaya kazandırılan bu statik ve kinetik enerjilerin birbirine oranı, fanın özelliklerine bağlıdır.

Kullanım yerine göre fanlar;

- Emme (dönüş) fanı
- Egzoz fanı
- Basma (besleme) fanı

2.1.1. Emme Fanı

Emme fanları çalıştıkları ortamların basıncını düşürerek görev yapar. İklimlendirmede iç-dış hava karışımı ile çalışan sistemlerde gereklidir. Bu fanlar, iklimlendirilen ortamdaki havanın uygun miktarda dönmesini sağlar. Artı basınç oluşturulan sistemlerde emme fanları, basma fanlarından daha küçük debi ile çalışır.

2.1.2. Egzoz Fanı

İç-dış hava karışımı ile çalışan ancak emiş fanı kullanılmayan sistemlerde bulunur ve alınan hava kadar dönüş havasının egzoz edilmesini sağlar.

Bu sistemlerde basma fanı, dış hava alınmayan durumda, sistemde oluşan statik basıncı karşılayacak şekilde seçilmelidir. Dış hava alınan durumda ise egzoz fanı, alınan havadan biraz daha düşük miktarda dönüş havasını dışarıya atarak mahal içinde bir artı basınç oluşmasını sağlar.

2.1.3. Basma (Besleme) Fanı

Bir hava kanalına bağlanan fan kanal içerisinde artı basınç oluşturur ve havanın hareketini sağlar. Bu tip fanlar basma fanıdır.

2.1.4. Fan Seçiminde Kullanılan Gerekli Ölçü Değerleri

Belirli bir hava dağıtım sisteminde fan seçimi yapılması için;

- Sistemin tamamen tasarlanmış olması, tüm elemanlarının ve boyutlarının belirlenmiş olması gereklidir.
- Hava miktarı (debisi) değerleri tespit edilmelidir.
- Kanal, menfez, panjur, damper, hava yıkayıcısı, filtre, ısıtıcı ve soğutucu serpantin gibi kısımlardaki basınç kayıpları toplanarak statik basınç tayin edilmelidir.
- Bulunan bu karakteristiklere göre fan seçimi tercih edilen firma kataloglarından yapılır.

Dinamik olarak benzer olan fanlar için karakteristik değişkenler arasındaki ilişkileri veren denklemler, fan kanunları olarak adlandırılır.

1. **Kanun:** Benzer fanların debi oranları devir oranlarına eşittir.

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

2. **Kanun:** Benzer fanların basınç oranları devir oranlarının karesine eşittir.

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{(n_1)^2}{(n_2)^2}$$

3. **Kanun:** Benzer fanların güç oranları devir oranlarının küpü ile doğru orantılıdır.

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{(n_1)^3}{(n_2)^3}$$

Örnek : Debisi 10300 m^3/h, statik basıncı 25 mmSS, devir sayısı 1687 d/dk. ve gücü 3.08 BG olan bir fanın yeni debisi 15000 m^3/h çıkartılırsa yeni karakteristikleri ne olur?

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2} \qquad \frac{10300}{15000} = \frac{1687}{n_2}$$

$$n_2 = 1687.\frac{15000}{10300} \qquad n_2 = 2457 \ \ d/dk.$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{(n_1)^2}{(n_2)^2} \qquad \frac{25}{P_2} = \left(\frac{1687}{2457}\right)^2$$

$$P_2 = 25.\left(\frac{2457}{1687}\right)^2 \qquad P_2 = 53 mmSS$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{(n_1)^3}{(n_2)^3} \qquad \frac{3,08}{N_2} = \left(\frac{1687}{2457}\right)^3$$

$$N_2 = 3,08.\left(\frac{2457}{1687}\right)^3 \qquad N_2 = 9,51 \ BG$$

bulunur.

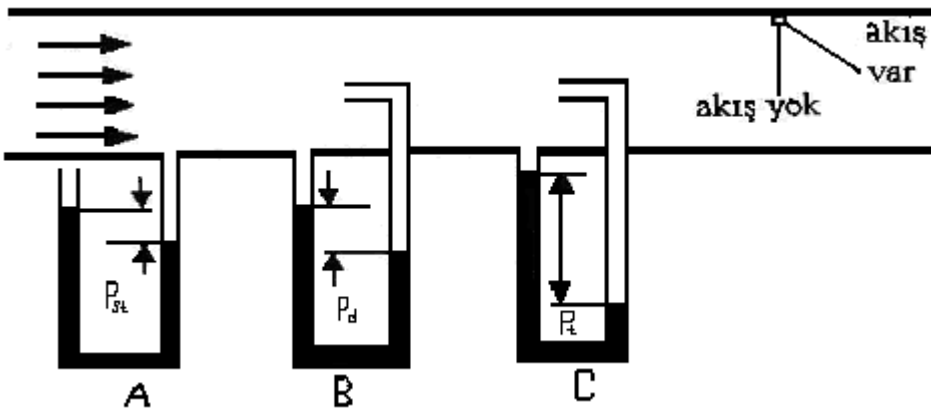
2.1.5. Mutlak Basınç

Mutlak basınç iki bileşenden oluşur. Bunlar atmosferik basınç ve etkin (efektif) basınçtır.

$$P = P_{atm} + Pe$$

Atmosferik basınç (Patm), söz konusu yerin üzerindeki atmosfer kalınlığındaki hava tabakası ağırlığı tarafından oluşturulur (1 Atm=101,325 kPa). Etkin basınç ise, zaten atmosferik basınç etkisinde olan akışkana, bir başka dış kuvvet uygulanarak oluşturulur.

Bir U borulu manometrenin içinden geçen gaz akışı olan bir kanala bağlanış şekline göre kanalda hüküm süren üç değişik basınç okunabilir.



Şekil 1.1: İçinde akış olan bir kanaldaki statik, dinamik ve toplam basınç

$$P_t = P_{st} + P_d \qquad P_d = \rho_h . \frac{V^2}{2} \quad (Pascal)$$

Toplam basınç

P_{st} = Statik basınç P_d = Dinamik basınç

ρ_h = Havanın yoğunluğu (1,2 kg/s) V = Havanın hızı (m/s)

2.1.6. Basma Yüksekliği

Bazen basınçların Pa (Pascal) birimi yerine mmSS (milimetre su sütunu) birimi ile verilmesi tercih edilir. Bu durumda herhangi bir sistemin iki noktası (1 ve 2) arasındaki basınç farkına karşı gelen yüksekliğe basma yüksekliği denir.

$$\frac{\rho_{su} . g . H}{1000} = \Delta P_{st} + \Delta P_d + \Delta P_z \quad (Pa)$$

H = Basma yüksekliği (mmSS)

ρ_{su} = Suyun yoğunluğu (998,3 kg/m^3)

g = Yer çekimi ivmesi (9,81 m/s^2)

2.1.7. Fan Gücü ve Verimi

Bir fanın teorik gücü aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır. Hava kaçakları, mil sürtünmesi kayıpları ve akış sürtünmesi dirençleri nedeniyle bir güç kaybı olur ve fan verimi terimi ortaya çıkar.

$$N = Q.\Delta P_t \quad (kW)$$

Q= Havanın hacimsel debisi (m^3/s)

$\Delta P_t =$ Fanın giriş ve çıkışı arasındaki toplam basınç farkı (Pa)

2.1.8. Debi

Debi, birim zamanda geçen hava miktarıdır.

$$Q = V.A \quad (m^3/s)$$

V= Hız (m/s)

A= Kesit alanı (m^2)

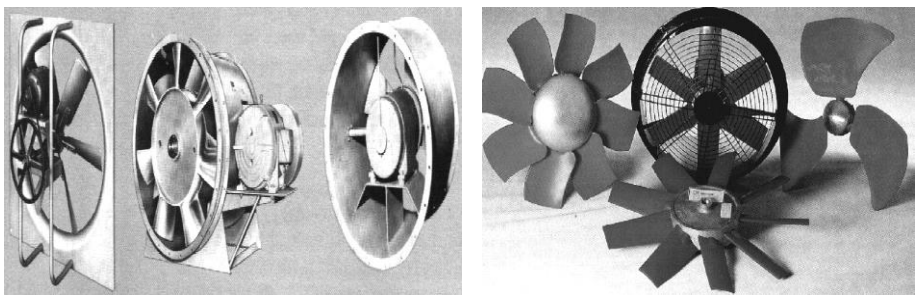
2.2. Tip Çark Gövde ve Tasarım Özelliklerine Göre Seçim Yapma

Fanlar genelde havanın çark üzerinden akış doğrultusuna bağlı olarak aksiyal (eksenel) ve radyal tip olarak sınıflandırılır.

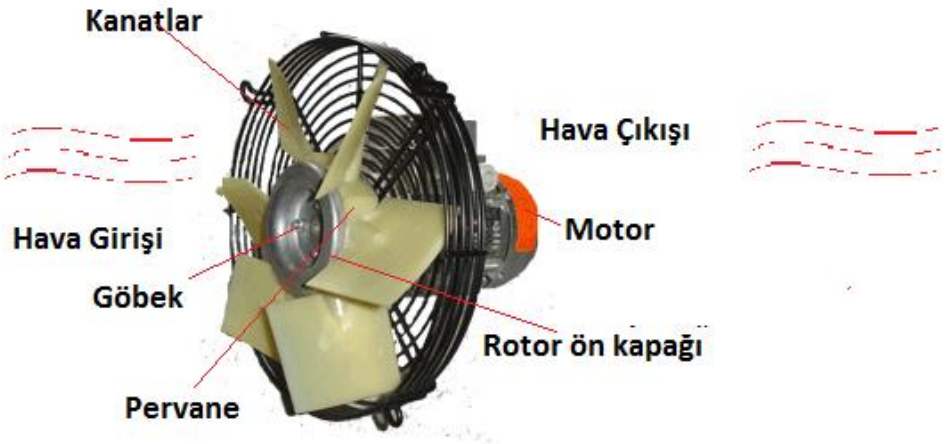
2.2.1. Aksiyal (Eksenel) Tip Fanlar

Aksiyal tip fanlarda basınç farkı oluşturularak meydana gelen havanın hareketi eksenel yöndedir.

Aşağıdaki resimlerde çeşitli aksiyal tip fanlar gösterilmiştir. Aksiyal tip fanlar pervane kanatlı tip, silindir kanat tip ve kılavuzlu silindir tip olmak üzere üç kısma ayrılır.

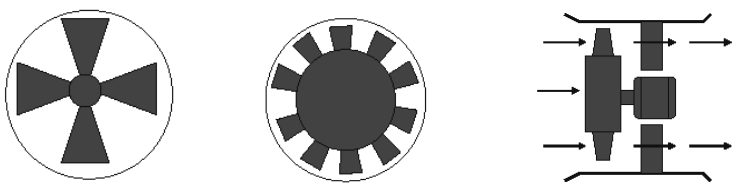


Resim 2.1: Aksiyal tip fanlar



Şekil 2.2: Aksiyal tip fan kısımları

- **Pervane kanatlı tip:** Alçak, orta ve yüksek basınçlı genel ısıtma, havalandırma ve klima uygulamalarında kullanılır.
- **Silindir kanat tip:** Alçak ve orta basınçlı sistemlerde, kurutma ve boyama kabinlerinin egzozlarında kullanılır.
- **Kılavuzlu silindir tip:** Alçak statik basınçlı, büyük hava debileri için kullanılır.

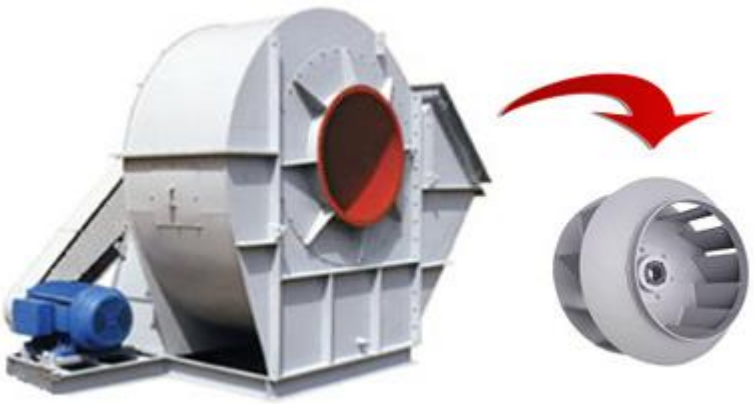


a) Pervane kanatlı tip **b) Silindir kanat tip** **c) Kılavuzlu silindir tip**

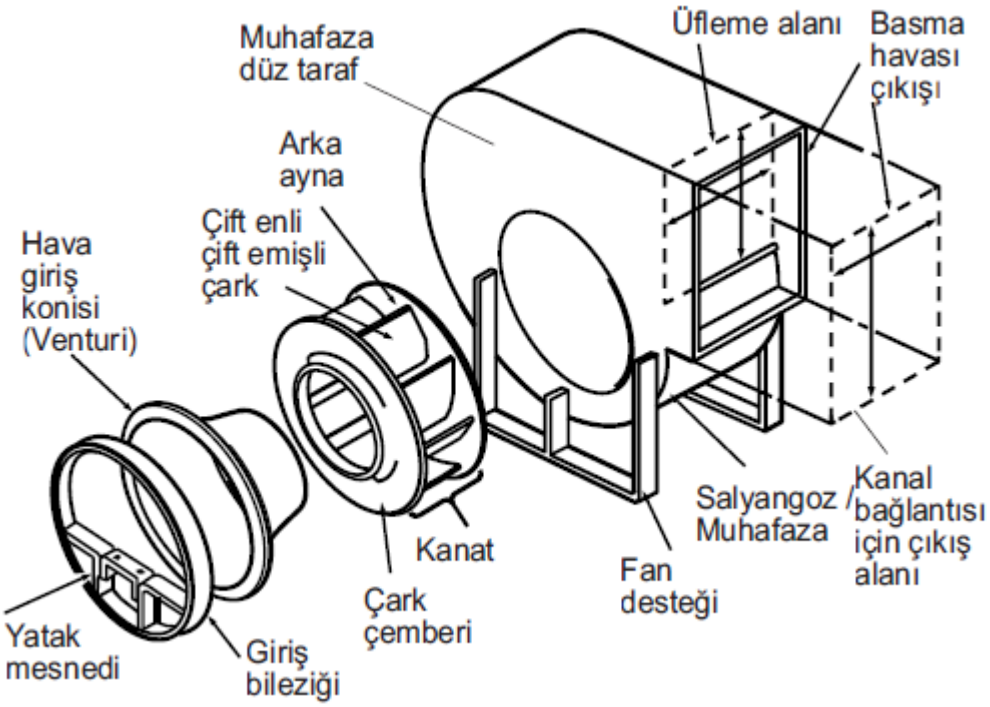
Şekil 2.2: Radyal tip fan çeşitleri

2.2.2. Radyal Tip Fanlar

Radyal tip fanlarda basınç farkı oluşturularak meydana gelen havanın hareketi eksenel yönde olmayıp santrifüj (merkezkaç) kuvveti doğrultusundadır. Aşağıdaki şekilde çeşitli radyal tip fanlar gösterilmiştir. Radyal tip fanlar radyal (eğimsiz) tip, öne eğimli kanatlı tip, geriye eğimli kanatlı tip ve aerodinamik kanatlı tip olmak üzere dört kısma ayrılır.

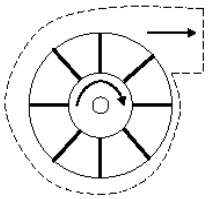


Resim 2.3: Radyal tip (santrifüj) fanlar

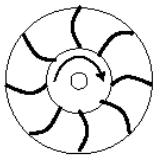


Şekil 2.3: Radyal tip (santrifüj) fan parçaları

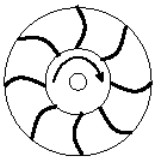
- **Radyal (eğimsiz) tip:** Endüstriyel tesislerde malzeme nakli için veya yüksek basınçlı klima tesislerinde kullanılır.
- **Öne eğimli kanatlı tip:** Alçak basınçlı havalandırma sistemlerinde, paket klima cihazları, ev tipi sıcak hava apareyleri ve fanlı serpantinlerde kullanılır.
- **Geriye eğimli kanatlı tip:** Genel havalandırma sistemlerinde kullanılır.
- **Aerodinamik kanatlı tip:** Genel havalandırma sistemlerinde, özellikle büyük hava debilerinde kullanılır.



Şekil 2.4: Radyal (eğimsiz) tip



Şekil 2.5: Öne eğimli kanatlı tip



Şekil 2.6: Geriye eğimli kanatlı tip

Şekil 2.7: Aerodinamik kanatlı tip

2.2.3. Kapasitelerine Göre Fan Çeşitleri

- Blowerlar
- Körükler
- Yüksek basınçlı fanlar
- Orta basınçlı fanlar
- Alçak basınçlı fanlar

2.2.3.1. Blowerlar

4 000-1 700 000 m³/h ve 1 300-27 000 Pa kapasitelerinde profil kanatlı, tek veya çift emişli olarak üretilir. Çimento fabrikaları, kurutma, çeşitli kimyasal prosesler gibi endüstrilerde, büyük miktarlardaki hava ve gaz akışlarını sağlamada ve pnömatik toz ve malzeme taşımada kullanılır.

2.2.3.2. Körükler

120-4 800 m³/h ve 1 500-20 000 Pa kapasitelerinde geriye eğik kanatlı merkezkaç fanlardır. Yakıt yakıcılara birinci (primer) hava göndermek için tasarlanır. Yüksek basınçlı hava gerektiren diğer uygulamalarda da kullanılabilir.

2.2.3.3. Yüksek Basınçlı Fanlar

400-80 000 m³/h ve 500-10 000 Pa kapasitelerinde geriye eğik kanatlı merkezkaç fanlardır. Endüstriyel egzoz ve toz toplama sistemlerinde, pnömatik taşımada, sıcak gaz naklinde ve yakıt yakıcılarda kullanılır.

2.2.3.4. Orta Basınçlı Fanlar

500-150 000 m³/h ve 400-5 000 Pa kapasitelerinde geriye eğik kanatlı merkezkaç fanlardır. Yukarıdakilere benzer endüstriyel uygulamalarda kullanılır.

2.2.3.5. Alçak Basınçlı Fanlar

400-250 000 m³/h ve 100-2 400 Pa kapasitelerinde merkezkaç ve eksenel (aksial) türlerde olabilir. İklimlendirme, havalandırma ve gaz nakli işlemlerinde kullanılır.

2.3. Fan Eğrileri Çizelgesi ve Etkenlik Değerlerine Göre Seçim Yapma

Fanlar kendi başlarına çalışan cihazlar değildir. Bir hava kanalı veya proses sisteminin parçası olarak çalışır.

Örneğin bir binanın klimatize edilmesinde kullanılan bir fan, kritik devredeki basınç kayıplarını yenerek havayı istenilen yerlere taşımak durumundadır. Bir fabrikanın baca gazı filtreleme sistemindeki durum da benzerdir. Fan; kanallardaki, eşanjörlerdeki, filtredeki ve varsa diğer elemanlardaki basınç kayıplarını karşılamak durumundadır.

Sistem karakteristik eğrileri fan karakteristik eğrilerinin üzerine çizilerek fanın çalışma noktası tespit edilir.

Ayrıca sistemin dinamik davranışı ve işletme şekline uygun olarak uygulanacak kontrol stratejileri de bu eğriler üzerinde çizilerek incelenebilir.

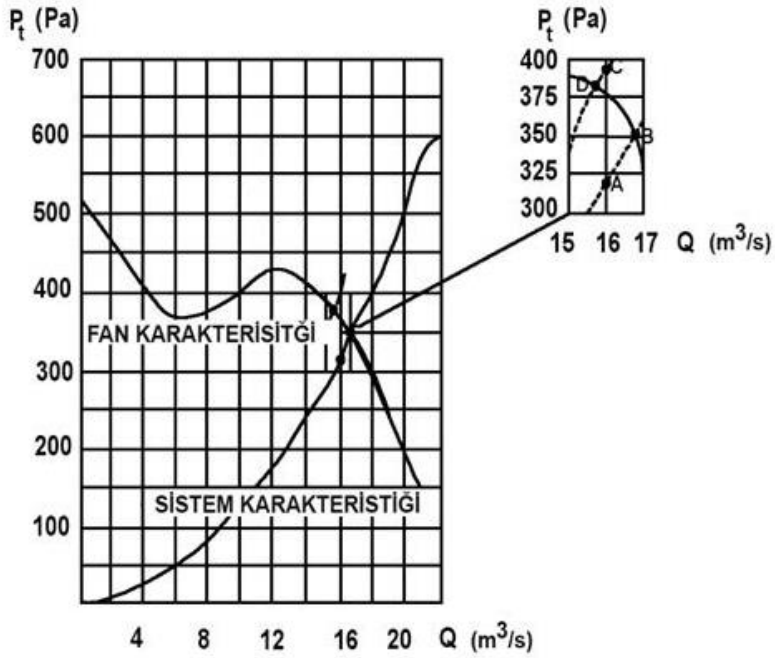
Örneğin fanın en verimli bölgede çalışması, sabit basınçta çalışması (örneğin bir merdiven basınçlandırma fanı) veya değişken debide çalışması (örneğin bir binada VAV sistemi), filtre kirlilik durumu vb. bu eğriler üzerinde incelenebilir.

Aksiyal fanların performans eğrilerinin şekilleri genellikle "eğer biçiminde" olduğundan az çok kararlı aralıkta olduğu söylenebilir.

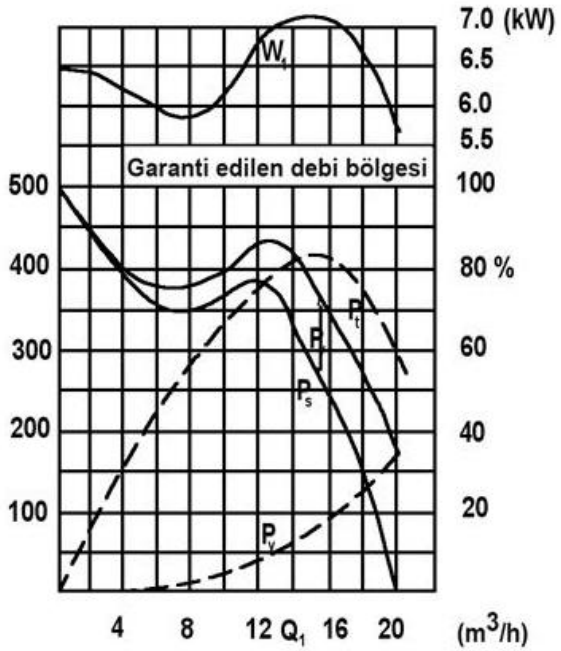
Akış direnç katsayısındaki küçük bir artış, akışta ve dolayısıyla fan çıktısında önemli bir düşüşe neden olacaktır.

Fanın çalışma noktası olanaklı olduğunda, en yüksek çalışma verimine sahip olacağı normal çalışma aralığında (bölgesinde) olmalıdır.

Üretici firmalar fan seçiminde kullanılmak üzere, belirli tip boyut ve mil hızı (d/dk.) için fan basıncı, verimi ve gücünün fan debisi ile değişimini gösteren fan performans eğrilerini kullanıcılara sağlamaktadırlar.



Şekil 2.8: Sistem karakteristik eğrileri



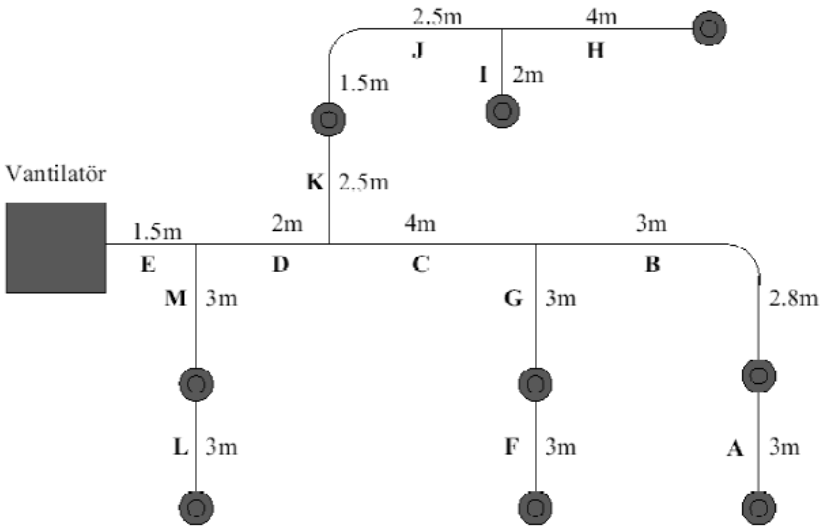
Şekil 2.9: Fan performans eğrisi

2.4. Fan Devir Kontrolü

Çoğu havalandırma iklimlendirme sistemlerinde, fanın bastığı hava miktarı, kısa veya uzun süreli olarak değişir. Hava debisindeki bu değişim aşağıdaki yöntemlerden birisi ile sağlanabilir.

- Fan hızını değiştirerek
- Fan kanatlarının eğimini değiştirerek (kanal tipi eksenel fanlarda)
- Fan girişini ayarlanabilir ve kontrol edilebilir kanatlarla kısarak
- Fan çıkışını ayarlanabilir damperler ile kısarak

Örnek: Şekildeki havalandırma sisteminde difüzörler 500 m 9,79 mmSS olduğuna göre fan seçimini yapınız.



Şekil 2.10: Havalandırma sistemi

Havalandırma sistemi;

Her bir difüzör 500 m3/h'lik debiye sahip olduğuna göre, fan çıkışındaki E ile tanımlanan kanaldaki debi miktarı;

9 x 500 = 4500 m3/h olur. Fan çıkışındaki bu kanaldan önerilen tablolardan hız seçimi yapılır ve bu belirlenen üç karakteristik ile (debi, hız ve basınç kaybı) firmaların kataloglarından uygun fan seçimi yapılır.

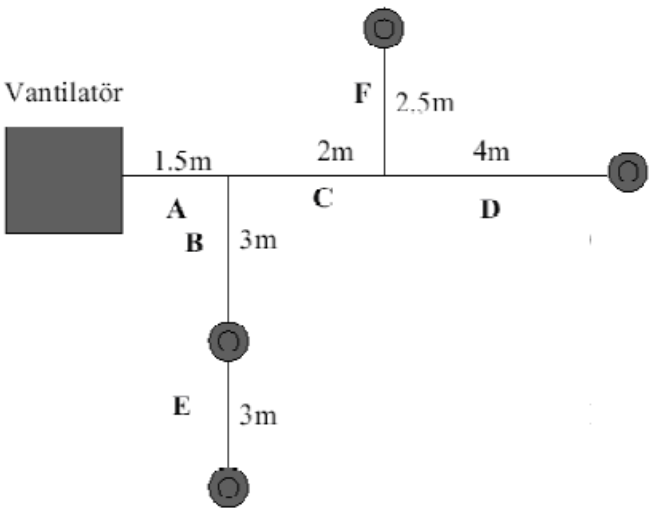
UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek faaliyeti yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Havalandırma kanalı projesi üzerinde metraj çıkarınız.	➢ İş önlüğü giyiniz. İş önlüğü giymek çalışma disiplininize etki edeceğinden işe odaklanmanızı artıracaktır. ➢ Proje seçimi yapınız. ➢ İş güvenliği tedbirlerini göz önünde bulundurunuz.
➢ Kanal metraj tablosunu doldurunuz.	➢ Metraja göre hesaplamalar basamak basamak yapılmalıdır.
➢ Basınç düşümü hesaplanarak boyut çıkartınız. Toplam yükü bulunuz.	➢ Hesaplamalarda boyut ve basınç değerlerinin konfor değerlerinde olmasına dikkat edilmelidir.
➢ Hesap doğruluğunu kontrol ediniz.	➢ Hesaplamalarda kritik devre kontrolü yapılmalıdır.

UYGULAMA FALİYETİ

Şekildeki havalandırma sisteminde difüzörler 500 m 9,79 mmSS olduğuna göre fan seçimini yapınız.



Her bir difüzör 500 m3/h'lik debiye sahip olduğuna göre, fan çıkışındaki A ile tanımlanan kanaldaki debi miktarı;

4 x 500 = 2000 m3/h olur. Fan çıkışındaki bu kanaldan önerilen tablolardan hız seçimi yapılır ve bu belirlenen üç karakteristik ile (debi, hız ve basınç kaybı) firmaların kataloglarından uygun fan seçimi yapılır.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Hesaplama tablolarının araç ve gereçlerini metotlarına uygun olarak kullandınız mı?		
2. Hesaplamayı standartlara uygun olarak yaptınız mı?		
3. Hesaplamanın doğruluğunu kontrol ettiniz mi?		
4. Hesaplamayı teslim ettiniz mi?		

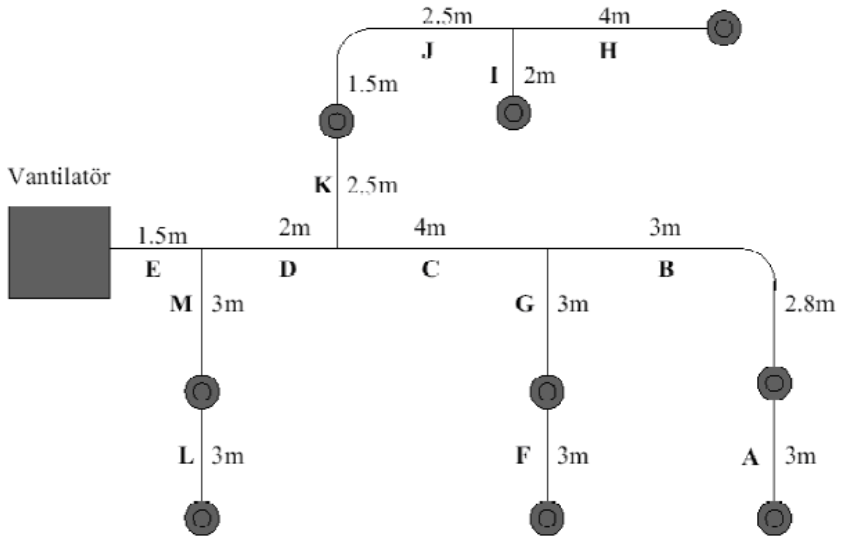
DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "**Hayır**" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "**Evet**" ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki uygulamayı yapınız.

Şekildeki havalandırma sisteminde difüzörler 300 m 10,02 mmSS olduğuna göre fan seçimini yapınız.



Model	Hava Debisi m³/h	Harici Basınç Kaybı Pa	Ses Basınç Seviyesi dbA	B	L	H	Atış Flanşı		Emiş Flanşı		Ayak Yüksekliği mm	Ağırlık kg	Fan	Motor Gücü kW
							a	b	a	b				
HMA 25	2500	350	86	645	885	619	288	288	330	330	50	62	RDH 255 R	0,75
HMA 35	3500	400	83	680	920	664	322	322	385	385	50	76	RDH 250 R	1,1
HMA 50	5000	450	85	785	1000	724	361	361	435	435	50	87	RDH 280 R	1,5
HMA 75	7500	450	87	828	1080	784	404	404	485	485	50	109	RDH 315 R	3
HMA 100	10000	500	88	948	1155	859	453	453	545	545	50	135	RDH 355 R	4
HMA 140	14000	525	89	1000	1270	939	507	507	610	610	50	178	RDH 400 R	5,5
HMA 175	17500	550	87	1190	1350	1034	569	569	680	680	50	231	RDH 450 R	7,5

ÖĞRENME FAALİYETİ–3

AMAÇ

Bu faaliyetteki bilgi ve becerileri kazandığınızda ve uygun ortam sağlandığında, gerekli donanımı kullanarak havalandırma tesisatında kullanılan menfez ve damperleri tanıyacak, tekniğine ve standardına uygun olarak seçimlerini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Havalandırma tesisatı bulunan tesisleri dolaşarak araştırma yapınız.
- Menfez ve damperlerle ilgili sektörde faaliyet gösteren firmaları dolaşarak bilgi toplayınız.
- Topladığınız bilgileri rapor haline getirerek arkadaşlarınızla paylaşınız.

3. İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİNDE KULLANILAN MENFEZ VE DAMPERLER

Günümüzde iklimlendirme güncel hayatın ayrılmaz bir parçasıdır. Modern yaşam akışı içinde, teknolojik gelişmeler ile birlikte iklimlendirme her geçen gün çok daha yaygın olarak yaşam mahallerimize girmekte ve klima sistemlerinin kullanımı mahallerde giderek yaygınlaşmaktadır.

Menfezler havalandırma ve klima sistemlerinde yer alan son ekipmanlardır. Bulunduğu mahal içerisinde konfor şartlarını sağlayabilmek için bu ekipmanların doğru seçilmiş olması sistemin kusursuzluğu açısından büyük önem taşımaktadır. Ortama verilen havanın, mahal içerisinde dağılması, menfezlerin yerlerinin ve tiplerinin belirlenmesi havalandırma tekniğinin en önemli konularından biridir. Araştırmalar havalandırma sistemlerine ait sorunların büyük bir çoğunluğunun menfezlerden kaynaklandığını ortaya koymaktadır. Menfez seçimi için her duruma uygun kesin kurallar koymak mümkün değildir. Özellikle yüksek ısıtma ve soğutma yükü olan karmaşık geometrik ölçülere sahip mahallerde güçlüklerle karşılaşılmaktadır. Çok alçak ve çok yüksek tavanlı mahaller, içinde balkon bulunan salonlar sarkan kirişli veya tavan yüksekliği değişken mahaller, konser salonları vb. havalandırma için zor mahallerdir.

“Havalandırma Sistem seçimimiz ne kadar doğru ve başarılı olursa olsun, Menfezlerin doğru seçim ve yerleşimi yapılmaz ise ideal konfor şartlarını sağlamak mümkün değildir. “

Menfezlerin görevi, mimari tasarıma uygun olarak, kirlenen havanın ortamdan atılması, temiz havanın içeriye sevk edilmesi, gerekli hava debisini verilmesi, havanın mahal

içerisinde yayılması, rahatsız edici hava akımları oluşturmaması, havayı doğrudan toplayıcı menfezlere göndermemesi ve mahalde gürültü oluşturmamasıdır.

Klima sistemlerinde menfez seçimleri yapılırken;
Isı yükü,
Hava değişim miktarı,

Mimari özellikler göz önüne alınarak menfez tipi seçimi yapılmalıdır. Menfez özellikleri; menfez ebatları, hava debisi, mahaldeki hava hareketi, mahalin sıcaklık dağılımı ve ses seviyesine göre belirlenmelidir.

Menfezler hava akış yönüne, monte edildikleri yere, tip ve şekillerine göre sınıflandırılabilirler.

- Dağıtıcı menfezler
- Toplayıcı menfezler

Bulundukları yere göre;
- Tavan
- Duvar
- Döşeme
- Özel menfezler

Tip ve şekillerine göre;

- Tek sıra ve çift sıra kanatlı menfezler
- Lineer menfezler
- Kare petek menfezler
- Yuvarlak kanal menfezleri
- Transfer menfezleri,
- Lif tutucu menfezler,

Difüzörler

- Swirl difüzörler
- Nozullar

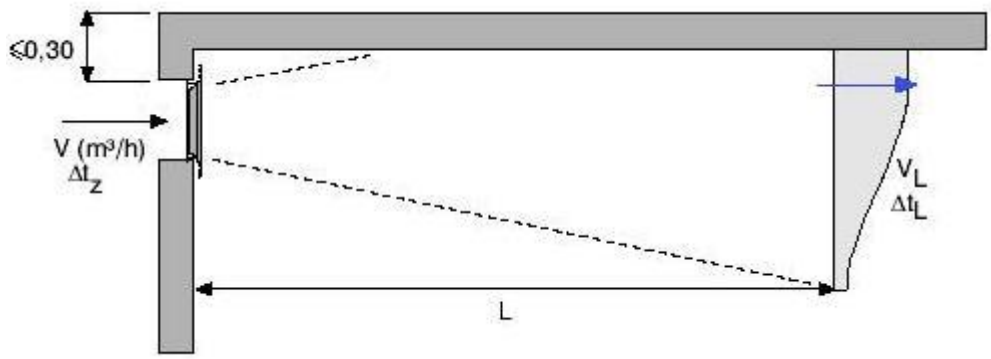
3.1. Tavan Tipi Emme/Basma Menfezleri

Hava akış yönünü, giriş veya çıkış (basma, emme) hava yönü olarak sınıflandırabiliriz. Bu bağlamda kullanılan uç elemanlarını aşağıdaki gibi inceleriz.

Emme ve basma menfezlerinin mahal içindeki konumu, konfor veya rahatlık duygusu üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Menfez konumlarının secimi işleminde genellikle sınırsız bir serbestlik söz konusu değildir ve bu işlem esas olarak iklimlendirme tesisatının tipine bağlıdır. Basma menfezleri, bir duvarın alt ya da üst kısmına, bir pencerenin alt kısmındaki

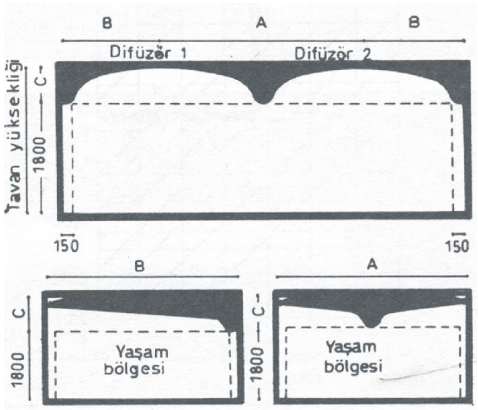
duvar yüzeyi üzerine veya tavana yerleştirilebilir. Duvarların üst kısımlarında öngörülen basma menfezleri, yaz mevsiminde gerçeklenen iklimlendirme işlemleri için son derecede uygun sonuçlar verir. Bunun nedeni, serin havanın aşağılara doğru inmeye ve bu koşullar altında mahal havası ile karışmaya eğilim göstermesidir. Kış mevsiminde ise sıcak hava, tavana yakın bölgelerde tabakalar halinde yayılmış durumda toplanır. Bundan dolayı, basma havası ile mahal havasının uygun bir karışım oluşturması için emme menfezlerinin duvarların alt bölgelerinde öngörülmesi gerekir. Bir duvar üzerinde gerçeklenmesi düşünülen basma menfezi konumunun seçimi işinde bazı koşullara uyulması zorunludur. Bu koşullar aşağıdaki şekilde açıklanabilir.

1) Menfezin uygun bir çalışmaya olanak vermesi ve tavan yüzeyinde siyahımtırak lekelerin belirmemesi için basma menfezinin üst ayrıtı, tavan seviyesinden yaklaşık 30 cm kadar daha aşağıda bulunmalıdır. Tavanda, kirişler ve aydınlatma aygıtları gibi çıkıntılı kısımlar bulunması halinde istenmeyen türbülanslar olmayacak kadar aşağı indirilmelidir.



Şekil 3.1: Tavan menfez montaj açıları

2)Tavan menfezleri, yalnızca yüksekliği 2,5 metreden büyük olan mekanlarda öngörülebilir. Gerçekten de, hava akımı duygusunun önlenmesi amacıyla, düşey doğrultulu hava huzmesi ile mahal içerisinde bulunan insanların başı arasında en azından 1 metrelik bir açıklığın bırakılması zorunludur.



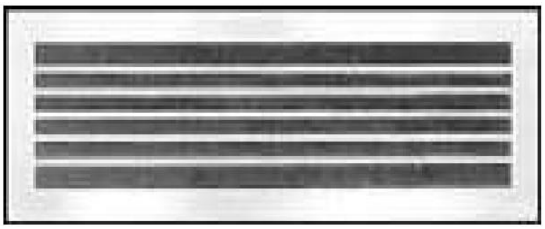
Şekil 3.2: Tavan menfez üfleme yüksekliği

3.1.1. Menfezler Havanın Akış Yönüne Göre Menfezler

- **Dağıtıcı menfezler:** Genellikle şartlanmış havayı mahal içine veren menfezlerdir. Değişik tip ve ebatlarda ihtiyaca uygun imal edilir.

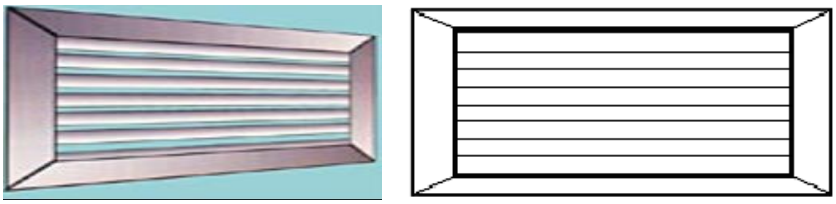
Resim 3.1: Dağıtıcı menfez

- **Toplayıcı menfezler:** Genellikle mahal havasını veya mahal havasının çok kirli ve sıcak bir bölümünü mahalden emen menfezlerdir.



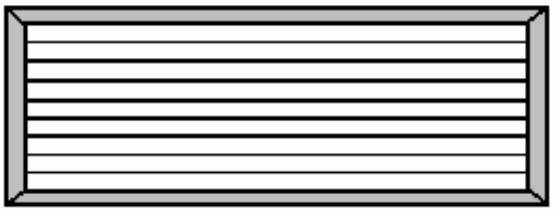
Resim 3.2: Toplayıcı menfez

- **Transfer menfezleri:** Genellikle duvarlara ve kapılara konulan ve havanın artı basınçlı bir mahalden komşu mahale geçmesini sağlayan menfezlerdir.



Resim 3.3: Transfer menfezi

- **Lineer menfezler:** İnce ve uzun menfez tiplerine verilen isimdir. Özellikle fan-coil üstlerinde, bilgisayar odalarındaki yükseltilmiş tabanlarda, konferans salonu, bekleme salonu gibi geniş mahallerde havalandırma menfezi olarak, yüzme havuzu kenarlarında ızgara olarak ve daha birçok amaçla kullanılır. Lineer görünüm istenen ortamlar için birçok elemanın birleşmesiyle metrelerce uzunlukta menfez elde edilebilmektedir.

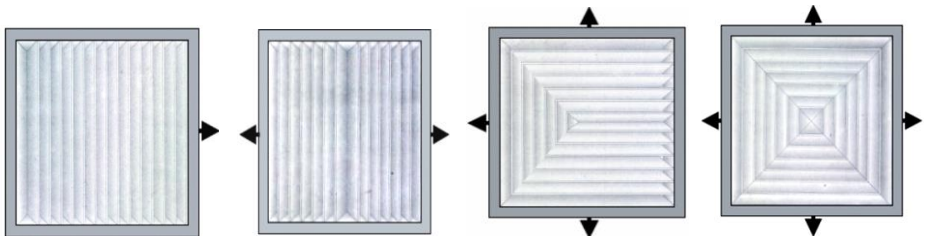


Resim 3.4: Lineer menfez

3.1.2. Difüzörler (Anemostat)

Besleme havasını farklı yönlerde ve düzlemlerde dağıtan hava çıkış elemanlarına difüzör denir. Aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir.

- **Kare tavan difüzörleri:** Teknik özellikleri bakımından haddelenmiş alüminyum profilden imal edilir. 1, 2, 3 ve 4 yönlü, kare veya dikdörtgen yapılabilir. Dampersiz ve zıt açılır damperli yapılır. Standart imalat, doğal renkte eloksallıdır. İstendiğinde anolog renklendirme, selülozik veya sentetik fırın boya yapılmaktadır.

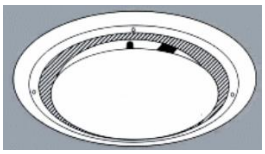


Şekil 3.3: Kare tavan difüzörleri

- **Yuvarlak tavan difüzörleri:** Yuvarlak tavan difüzörleri çok miktarda hava üflemeye elverişlidir. Havanın en iyi şekilde yayılmasını sağlar. Hava çıkış sesi ve direnci diğer tiplere göre daha azdır.

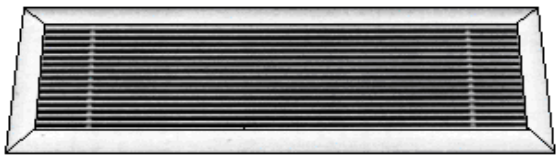
Resim 3.5: Yuvarlak tavan difüzörü

- **Gemi difüzörleri:** Genellikle gemilerde tercih edildiğinden bu adla anılır.



Resim 3.6: Gemi difüzörü

- **Lineer difüzörler:** Yönlendirici kanatlarla, düşey veya yatay hava akışı sağlanabilir. Hava miktarının ayarı, hava akışını doğrultan damperle yapılmaktadır. Çok bölmeli difüzörlerde, her bölüm ayrı olarak ayarlanabilir. İstenildiğinde yan kapakları ile (montajlı veya ayrı) bir de plenum kutusu ile verilmelidir.



Resim 3.7: Lineer difüzör

3.2. Duvar Tipi Emme/Basma Menfezleri

Bir duvar menfezinin konumu hakkında kesin bir karar verilmeden önce, mahallin boyutları ile boyut oranlarının ve sıcak, soğuk cidarların konumsal durumunun olabildiği kadar ayrıntılı bir şekilde incelenmesi gerekir. Basma havası mahalin büyük ayrıtı boyunca püskürtülmeli; böylece tekmil yüzeyin süpürülmesi ve karşıt cidar üzerinde hava huzmesi darbesi veya şoku oluşumunun önlenmesi gerekir. Bundan başka basma devresinin konumunda havanın serin cidarlar boyunca soğuyarak aşağıya doğru inmesini engelleyecek şekilde düzenlenmelidir.

3.3. Süpürgelik Tipi Emme/Basma Menfezleri

Basma menfezlerinin, mahal içinde bulunan bireylerin konumuna göre yerleştirilmesi konfor ve rahatlık duygusu acısından son derece önemlidir. Mahalin süpürgelik deyimiyle tanımlanan ve düşey cidarlarla döşemenin ortak birleşme ayrıtlarına yakın bölgelerde, düşey cidarların döşemeye yakın kısımlarında öngörülen ya da pencere yakın kısımlarında öngörülen ya da pencere altındaki duvarlara yerleştirilen basma menfezleri, konfor veya rahatlık duygusunun sağlanmasını amaçlayan iklimlendirme tesislerinde gitgide yaygın şekilde uygulanmaktadır. Bu tip menfezlerde, havanın basılması işlemi, düşey doğrultu ile 15 ila 20^{o}lik bir açı yapacak şekilde tavana doğru gerçeklenir. Soğuk cidarlar boyunca oluşması olasılığı bulunan hava akımlarının önlenmesine imkân verdiği için bu tip menfezler özellikle kış mevsimi koşullarına uygundur.

3.4. Mahal İçin Konfor Şartları

Konfor kriterleri bize mahal içerisinde hangi faktörleri değiştirmemiz ve kontrol etmemiz gerektiğini açıklar.

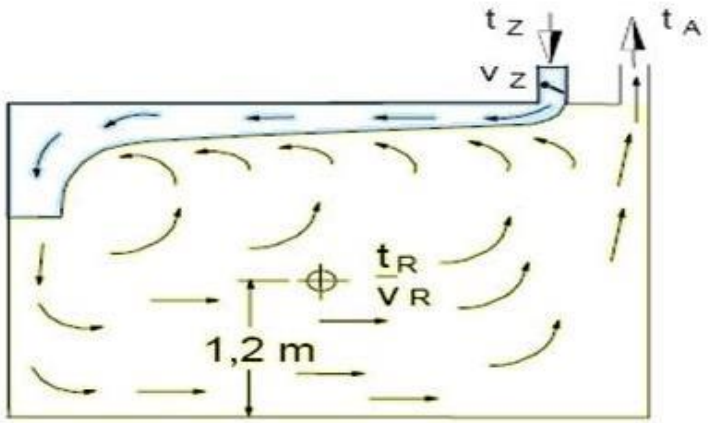
Bu faktörler;

- Yaş kuru termometre sıcaklıkları,
- Bağıl nem,
- Mahaldeki ısı kazanç ve kayıpları,
- Mahaldeki hava hareketi,
- Ses seviyesi,
- Mahal hava hızıdır.

3.4.1. Hava Akış Yönünün Tayini

3.4.1.1. Karışık Akım

Genellikle tercih edilen havalandırma sistemidir. Hava besleme konfor bölgesi dışından yapılmaktadır. Besleme havası ile oluşturulan indüksiyon akımı ile üfleme havası ile oda havası sıcaklık farkı azaltılmaktadır.

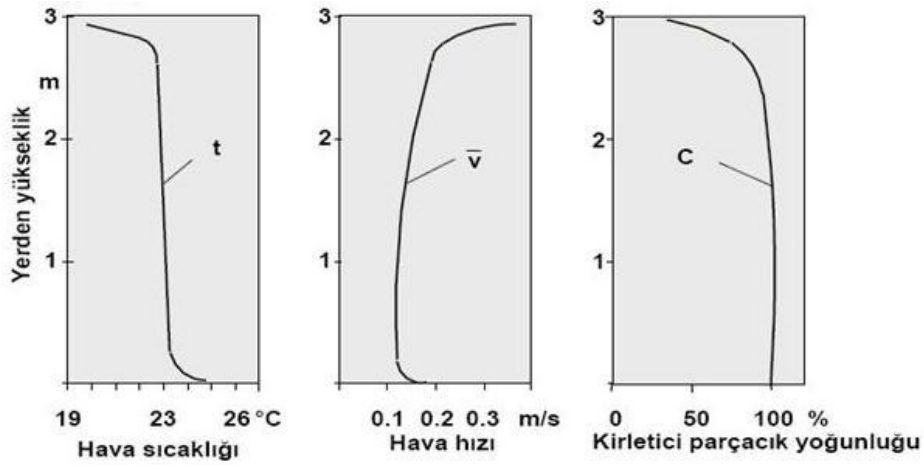


Şekil 3.4: Karışık akımlı hava besleme

Karışık akımlı sistemlerde hava hacme değişik tipte (swirl, lineer, yönlendirme kanatlı vb.) menfezlerle verilebilir. Hava hızları, hava menfez yüzeylerine yakın bölgeler ile yaşanılan bölümün üst tabakalarında meydana gelen sekonder hava akımları ile yavaşlatılır ve istenen hız seviyelerine ulaşılır. Nispeten düzgün bir hava hızı, sıcaklığı, nemi ve hava kalitesi özellikleri oluşturulur.

Bu durum aşağıdaki parametrelerin yerine gelmesi ile sağlanır.

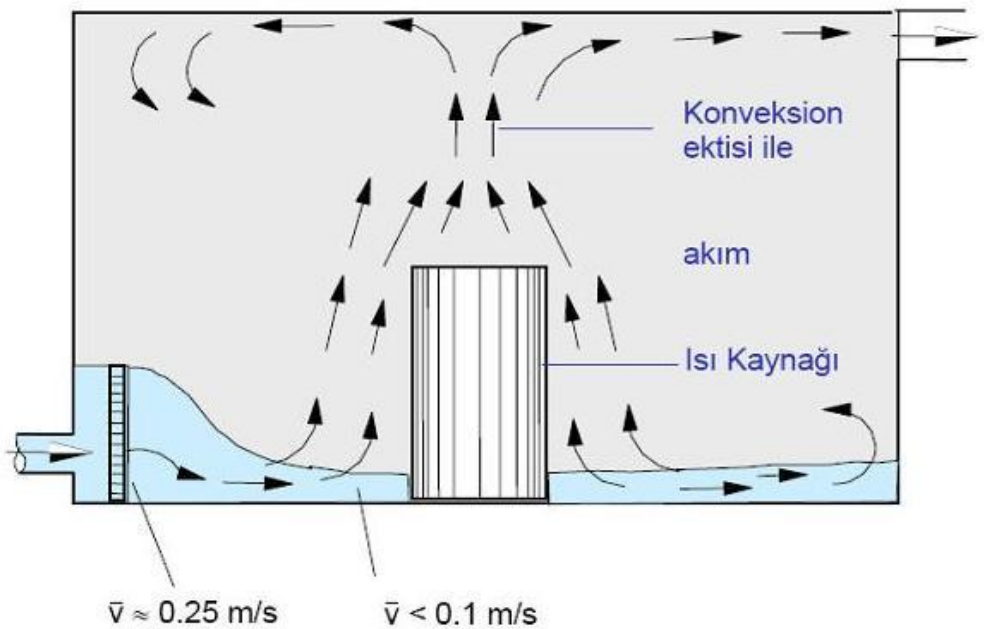
- Doğru seçilmiş menfez tipi ve şekli,
- Doğru ebattaki hava dağıtım menfezi,
- Hava dağıtım ünitesine uygun hava debisi
- Uygun sıcaklık farkı



Şekil 3.5 : Karışık akımlı hava besleme kullanıldığında oda kesiti boyunca sıcaklık, hava hızı ve kirlilik dağılımı oranı

3.4.1.2. Deplasmanlı Akım

Deplasmanlı hava dağıtım sistemlerinde prensip olarak düşük momentumlu besleme havası ve ısı kaynaklarına (insan, aydınlatma, elektrikli cihazlar vs.) ihtiyaç vardır.

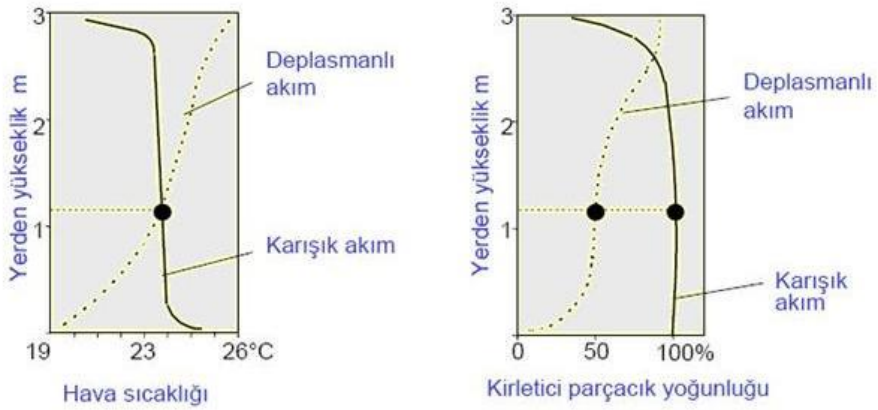


Şekil 3.6: Deplasmanlı hava akımı

Deplasmanlı hava dağıtım sisteminin kullanıldığı bir ortamdaki hava hareketleri Şekil 3'te görülmektedir. Burada düşük türbülanslı besleme havası, iç ortam sıcaklığından daha düşük sıcaklıkta, düşük momentum ve hava besleme hızında (genellikle u0 ≤0,2 m/s) geniş yüzey alanına sahip hava dağıtım elemanı yardımıyla mahale sevk edilmekte ve sevk edilen

besleme havası zemin üzerinde ince bir hava tabakası oluşturmaktadır. Besleme havası, kullanılan hava dağıtım elemanının yüksekliğine ve besleme havası ile iç ortam havası arasındaki sıcaklık farkına bağlı olarak aşağı doğru bir akış teşkil edecektir. Zemin bölgesinde, kullanılan hava dağıtım elemanından yaklaşık 0,5 ile 1,5 m mesafede hava hızı artmakta ve max. bir hıza (Vmax.) ulaşmaktadır. Bu max. hava hızı, yoğunluk farkı ve yerçekimi kuvvetinden dolayı, hava besleme hızından büyük değerlere ulaşabilir. Hava hızının max. değere ulaştığı bu bölge yakın zon olarak adlandırılır. Buradan sonra havanın dağıldığı mahaldeki hava hızlarında, mahalde bulunan ısıl yüklerin karşılanması nedeniyle, azalma olacaktır. İnsanlar tarafından kullanılan bölge ile difüzör arası mesafe karışım akımlı menfezlerde olduğu gibi deplasman tipi menfezler içinde kritik zondur. Difüzör yüksekliği ve seçimi döşemeden 0,1 m yükseklikte hava hızlarını 0,15 – 0,30 m/s olması halinde difüzörle kullanılan bölge arası mesafe ayarlanmalıdır.

Karışık akım ile deplasmanlı akım arasındaki oda kesitindeki farklar Şekil 4'te görülmektedir.



Şekil 3.7: Karışık akım ve deplasmanlı akım karşılaştırılması

3.4.2. Sıcaklık Değeri

Bir mahal içinde bulunan bireyler tarafından hissedilen hava akımının nedeni basma havasının sıcaklığı ya da bir başka deyişle basma havası ile mahal havası arasındaki sıcaklık farkıdır.

Basma havası ile mahal havasının birbirine karıştırılması sonucunda mahalin çeşitli bölgelerinde hissedilen ısı duyguları yeterli bir benzerlik ve homojenlik özelliğine sahip bulunmalıdır. Bu benzerlik ve homojenlik özelliğine erişilmesi ancak emme ve basma menfezlerinin uygun bölgelerde seçilmesi sayesinde mümkün olabilir. Mahale üflenen hava sıcaklığı ile mahal havası arasındaki sıcaklık farkı, Δt= 6-10 K arasında olmalıdır.

3.4.3. Nem Değeri

Ortam havasının bağıl nemi %40 - %60 arasında olacak şekilde şartlandırılması konfor için gereklidir.

Mimari yerleşim ve ortamda bulunan ciddi ısı kazancı ve kaybı yaratan etkenler hesaplara dâhil edilmelidir. Buna göre mahal içerisinde menfezlerin yerleştirileceği konumlar belirlenip hava hareketinin nasıl olacağı göz önüne alınmalıdır. Menfez ve kanaldaki hava hareketinden kaynaklanan ses seviyesi ortamdaki ses dikkate alınarak seçilmelidir.

Mahal kullanım amacı	Yaz şartları				Kış şartları	
	Lüks mahal		Normal mahal		Sıcaklık	Bağıl nem
	Sıcaklık	Bağıl Nem	Sıcaklık	Bağıl nem		
Ev, otel , büro, otel, hastahane, okul	23-24	50-45	25-26	50-45	23-24	35-30
Dükkan, banka, berber, süper market	24-26	50-45	26-27	50-45	22-23	35-30
Konferans salonu, lokanta	24-26	55-50	26-27	60-50	22-23	40-35
Fabrika, makine ve montaj atelyesi	25-27	55-45	26-27	69-50	20-22	35-30

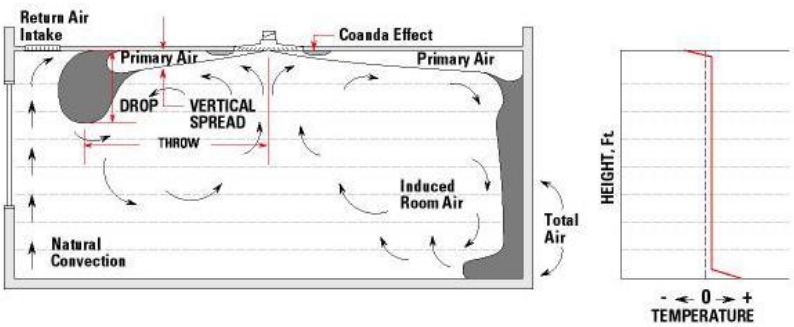
Tablo 3.1: Konfor şartlarındaki nem oranları

3.4.4. Taze Hava Karışım Miktarı

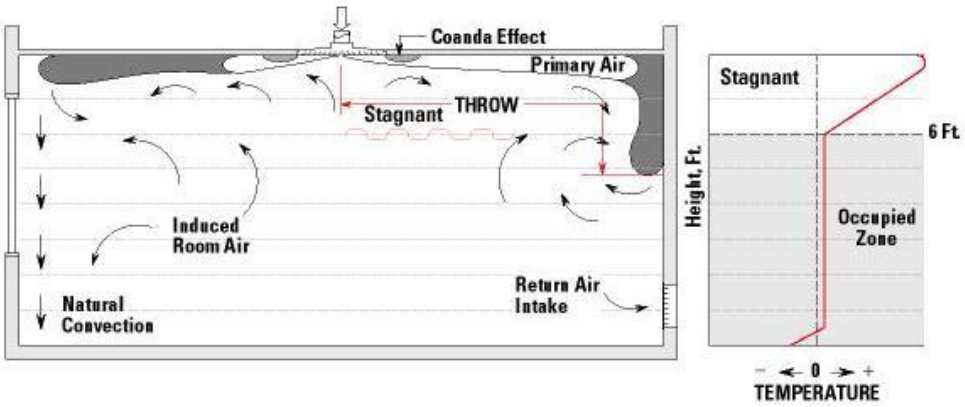
Taze hava, oksijen yönünden zengin olan havadır. Bütün canlılar hayatlarını idame ettirmek için oksijene ihtiyaç duyar. Nefesle içeriye alınan hava içindeki oksijen, kanın temizlenmesinde kullanılmaktadır. Dolayısıyla teneffüs edilen hava bayatlamaktadır. Ortalama olarak dış havada yaklaşık %21 oranında O_2 varken, teneffüsle dışarı atılan nefes havasındaki bu oran yaklaşık %16,5 kadardır. Yani nefesle dışarı atılan hava; oksijen yönünden fakirleşmektedir. Bu bakımdan mahale verilen hava belli oranlarla oksijen yönünden zengin olan dış hava ile beslenmelidir.

3.5. Mahal İçin Şartlandırılmış Hava Debisi İhtiyacı

Mahal içerisinde havalandırma ile ısıtma ve soğutma yapılması durumunda Şekil 3.8.ve Şekil 3.9'da oda hava dağılımında faktörlerin birbirine etkisi görülmektedir.



Şekil 3.8: Tavandan soğutma yapıldığında mahal içi hava hareketi



Şekil 3.9 : Tavandan ısıtma yapıldığında mahal içi hava hareketi

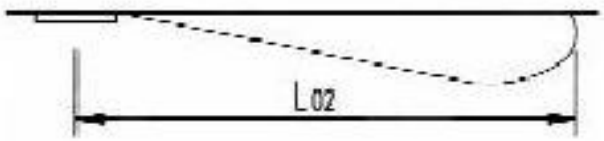
Kavramlar:

Primer hava; besleme menfezlerinden verilen hava ile bu hava tarafından hareketlendirilen hacim havasıdır.

Toplam hava; Besleme havası ile buna karışan mahal havasının toplamıdır.

Düşme : (Drop) Primer hava ile oda toplam havası arasındaki yoğunluk farkı nedeni ile havanın aşağı doğru düşmesi ve besleme havasının düşeyde dağılarak hacim havasının da kendisi ile beraber sürüklenmesidir.

Hava atış mesafesi: Menfez veya difüzör merkezi ile hava huzmesinin 0,2 m/s değerindeki son hıza ulaştığı noktalar arasındaki en uzun mesafe olarak tarif edilir. Atış mesafesini belirlemede kullanılan değerler izotermal halde ve tavana monte edilmiş menfez/difüzör için verilir.



Şekil 3.10: Hava atış mesafesi

Yayılma: Maksimum düşey yayılma, bv tavan ile son hız 0,2 m/s değerine sahip noktalar arasında düşey doğrultudaki en büyük mesafedir. Yatay yayılma bh ise 0,2m/s son hızın yatay doğrultudaki en geniş yayılmasını gösterir. En büyük jet genişliği noktası ile menfez/difüzör arasındaki mesafe Lb ile gösterilir.

3.6. Damper ve Kullanımı

Akış yolları üzerinde (kanal kesitinde) yerleştirilen damperler siteme giren ve çıkan hava akışlarını düzenleyerek (akış kesitlerini kısmen açıp kapayarak) yüksek kontrol ve konfor sağlar. Aşağıdaki şekilde sınıflandırılırlar.

- Dış hava giriş-çıkış ve karışım damperleri
- Yüzey ve by-pass damperleri
- Yangın damperleri

3.6.1. Dış Hava Giriş-Çıkış ve Karışım Damperleri

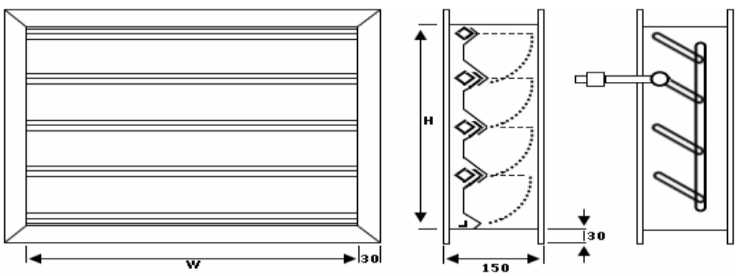
Dış hava girişleri üzerinde oluşan direnç, konstrüksiyona bağlı olarak değişir. Bunun için tercihen küçük direnç kayıplı ve yağmur suyunun içeri taşınmasına izin vermeyen, sızdırmazlığı iyi olan damperler seçilmelidir.

Minimum dış hava giriş ve çıkışı için ayrı damper bölümü kullanılması iyi olur. Maksimum dış hava miktarı ve ara miktarların ayarı için ise tüm dış hava damper alanı kullanılır.

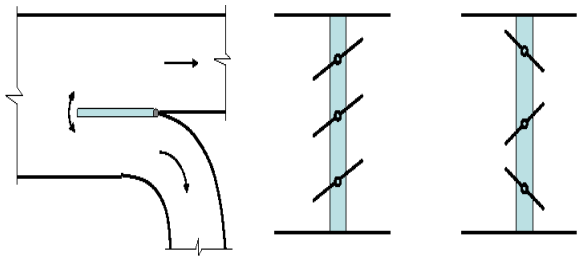
Egzoz çıkışları dış hava girişlerine benzer olarak düzenlenir. Yüksek rüzgâr basıncı ile geri akışı engellemek için mutlaka geri-akış damperleri konulmalıdır. Egzoz çıkışları, dışarı atılan kirli havanın, temiz dış hava girişine kaçmasını engelleyecek şekilde yapılmalıdır.

İç-dış hava karışımı kullanılan sistemlerde, egzoz damperlerinin, maksimum dış hava damperleri ile aynı hava hızında seçilmesi kontrolü kolaylaştırarak verimi artırır.

Resim 3.8: Hava damperi



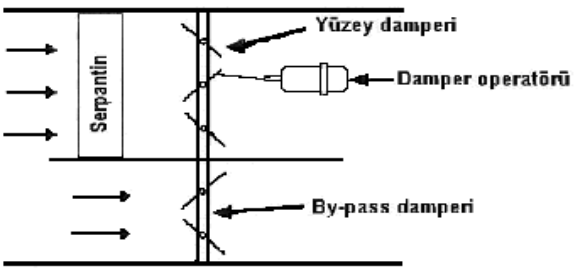
Şekil 3.11: Hava damperi görünüşleri



Şekil 3.12: Hacim damperleri

3.6.2. Yüzey ve By-Pass Damperleri

Sistem içerisinden geçen hava miktarını kontrol etme esasına göre çalışır. Sistemdeki çıkan hava ile yüzey damperleri kısılırken by-pass damperleri açılarak gerekli ayarlama yapılır. Örneğin; eşanjörlerdeki buzun defrostu (eritilmesi) gibi



Şekil 3.13: Yüzey ve by-pass damperleri

3.6.3. Yangın Damperleri

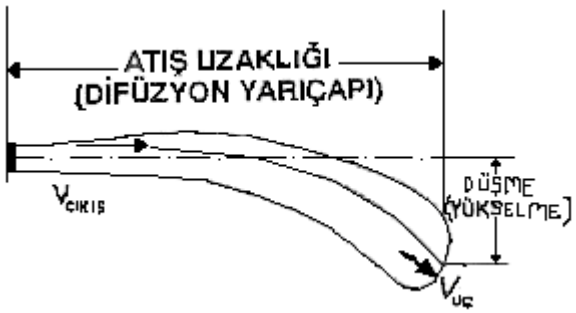
Klima ve havalandırma sistemlerinde, komşu duvar geçitlerinde kolon ayrımlarında ve yangın riski taşıyan santral giriş ve çıkışlarında, yağlı egzoz dumanının olduğu kanallarda; yangın ve dumanın yayılmasını engellemek için kullanılır.

Bina içinde herhangi bir mahalde çıkan yangının komşu mahallere sıçramasını ve mevcut havalandırma sisteminde hava sirkülasyonunu kapatarak yangının körüklenmesini önler. Yangına karşı dayanıklı malzemeden üretilir. İsteğe göre uyarı anahtar ilavesiyle havalandırma fanlarının durdurulması yapılabilir.

Resim 3.9: Yangın damperleri

3.6.3. Menfez ve Difüzör Seçimi

Havalandırma tekniğinde kullanılan menfez ve difüzörler için bazı önemli terimler vardır.



Şekil 3.14: Menfezin hava atış uzaklığı ve düşmesi

Atış uzaklığı (Difüzyon yarıçapı): Hava jetinin ortalama hızının belirli bir Vuç hızına kadar düştüğü nokta ile menfez arasındaki yatay uzunluktur.

Düşme: Belirli bir atış uzaklığında, jet merkezi ile menfez yatay ekseni arasındaki düşey uzaklıktır.

Çıkış hızı: Jetin menfezden çıkışındaki hava hızıdır.

Uç hızı: Jetin ucundaki hava hızı (Vuç=0,15……1,0 m/s)

Örnek: Bir ortamdaki hava debisi 5000 m^3/h ve 10 adet dağıtıcı kullanılacaktır. Menfez boyutlarını seçiniz.

Çözüm: Her bir menfezde 5000/10=500 m^3/h hava debisi düşer. Çizelge 2.1'den buna en yakın değer 510 m^3/h debili, 15 × 30 cm^2lik bir menfez seçilebilir.

ÖLÇÜLER cm	FAYDALI ALAN cm^2	HAVA HIZLARI m/s						
		1	1.53	2	2.54	3	3,55	4
10x20	140	51	77	102	128	153	179	204
10x25	186	68	102	136	170	204	238	272
15x25	280	102	153	204	255	306	357	408
20x25	390	143	214	286	357	428	500	571
10x30	242	88	133	146	221	265	309	354
15x30	344	126	189	252	315	377	440	503
20x30	484	177	265	354	442	530	619	707
30x30	763	279	418	558	697	836	978	1115

15x35	400	146	219	292	366	439	512	585
20x35	567	207	311	415	519	622	726	830
20x40	660	241	362	483	604	724	845	966
25x40	856	313	469	626	782	938	1095	1251
30x40	1042	381	571	762	952	1142	1333	1523
40x40	1432	524	785	1047	1309	1571	1833	2094
20x45	774	272	408	544	680	816	952	1088
30x45	1181	432	648	864	1080	1295	1511	1727
45x45	1842	673	1010	1346	1683	2020	2356	2693
15x50	605	221	332	442	553	633	774	884
20x50	837	306	459	612	765	918	1071	1224
30x50	1321	483	724	966	1207	1446	1690	1931
15x60	726	265	398	530	663	796	928	1061

HIZ m/s	**1**	**1,53**	**2**	**2,54**	**3**	**3,55**	**4**
STATİK BASINÇ mmSS	0,10	0,23	0,37	0,60	0,85	1,12	1,47

Tablo 2.1: Bir firmaya ait toplayıcı menfez seçim değerleri

Örnek: Bir ortamdaki hava debisi 6000 m^3/h ve bu ortam için 8 adet yuvarlak anemostat kullanılacaktır. Anemostat boyutlarını seçiniz.

Çözüm: Bir anemostat için 6000/8=750 m^3/h debi bulunur. Çizelge 2.2'den en yakın değer 720 m^3/h debi ile çerçeve çapı 500 mm ve hava çıkış hızı 4 m/s olan anemostat seçilir.

Örnekte çıkan değerleri aşağıdaki çizelgeden işaretlediğimiz gibi tespit ederiz.

Boğaz Çapı Ø	**Çerçeveler Ø**	**YUVARLAK TAVAN DİFÜZÖRLERİNİN SEÇİM TABLOSU**									
		Hava çıkış hızı (m/s)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
100 (0,00785 m^2)	300 (mm)	Hava miktarı (m^3/h)	28	56	84	112	140	168	196	224	252
		Atış mesafesi min.	0,23	0,6	0,7	0,9	1,0	1,15	1,3	1,5	1,7
		(m) max.	0,4	0,8	1,2	1,55	1,9	2,3	2,7	3,1	3,5
		Statik basınç (mmSS)	0,2	0,4	1,0	1,6	2,5	3,8	5,5	7,5	9,5

		Hava sesi (dBA)	18	21	23	25	28	30	33	35	40
150 (0,01756 m²)	400 (mm)	Hava miktarı (m³/h)	70	140	210	280	350	420	480	560	630
		Atış mesafesi min. (m)	0,4	0,8	1,0	1,3	1,6	1,9	2,1	2,4	2,7
		max.	0,7	1,3	2,0	2,6	3,1	3,7	4,4	5,0	5,6
		Statik basınç (mmSS)	0,2	0,4	1,0	1,7	2,6	3,8	5,6	7,5	9,6
		Hava sesi dBA)	19	22	25	28	31	33	36	39	42
250 (0,049 m²)	500 (mm)	Hava miktarı (m³/h)	180	360	540	720	900	1060	1260	1440	1620
		Atış mesafesi min. (m)	0,55	1,1	1,45	1,9	2,3	2,7	3,1	3,5	3,9
		max.	1,0	2,0	2,9	3,8	4,4	5,5	6,5	7,0	8,0
		Statik basınç (mmSS)	0,3	0,5	1,1	1,9	3,0	4,0	5,7	7,6	9,8
		Hava sesi (dBA)	21	24	27	31	34	37	41	44	47
350 (0,0962 m²)	600 (mm)	Hava miktarı (m³/h)	350	700	1050	1400	1750	2100	2450	2900	3150
		Atış mesafesi min. (m)	0,8	1,5	1,95	2,55	3,1	3,6	4,1	4,7	5,15
		max.	1,5	2,7	4,0	5,2	6,3	7,5	8,55	9,5	10,5
		Statik basınç (mmSS)	0,3	0,5	1,1	2,0	3,0	4,1	5,7	8,0	10,0
		Hava sesi (dBA)	22	26	31	33	38	40	45	49	51

Tablo 2.2: Bir firmaya ait yuvarlak anemostat seçim değerleri

UYGULAMA FAALİYETİ-3

Projeye uygun kapasitede menfez ve damperler üretici firma kataloglarından seçimleri yapılır.

Aşağıdaki uygulamaları 2.1 ve 2.2 numaralı çizelgelerden faydalanarak anemostat ve menfez boyutlarını bulunuz. Bulduğunuz sonuçları arkadaşlarınızla değerlendiriniz.

Uygulama-1: Bir ortamdaki hava debisi 8000 m^3/h ve bu ortam için 5 adet yuvarlak anemostat kullanılacaktır. Anemostat boyutlarını seçiniz.

Uygulama-2: Bir ortamdaki hava debisi 12000 m^3/h ve bu ortam için 16 adet yuvarlak anemostat kullanılacaktır. Anemostat boyutlarını seçiniz.

Uygulama-3: Bir ortamdaki hava debisi 7000 m^3/h ve 10 adet dağıtıcı kullanılacaktır. Menfez boyutlarını seçiniz.

Uygulama-4: Bir ortamdaki hava debisi 8280 m^3/h ve 20 adet dağıtıcı kullanılacaktır. Menfez boyutlarını seçiniz.

Uygun Menfez Seçımı

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Havanın akış yönüne uygun menfez özelliklerini tespit ediniz. ➢ Veriş menfezi,üfleyici menfez, besleme menfez, toplayıcı menfez seçimini yapınız.	➢ Uygulamayla ilgili edindiğimiz bilgiler doğrultusunda hareket ediniz. ➢ Menfezleri kullanılacakları yerin özelliklerine uygun olarak belirleyiniz. ➢ Menfez seçimini yaparken kullanım amacına uygun özellikte olmasına dikkat etmelisiniz. ➢ Montaj yaparken montaj yerinin kullanımda, verimli ve bakım sırasında kolaylık sağlayacak yerler olmasına dikkat ediniz.
➢ Bulunduğu yere göre menfez seçimini, tasarım özelliklerine göre yapınız.	➢ Menfezleri seçerken görev yapacakları yerin özelliklerine uygun tercihte bulunmalısınız. ➢ Tavan, duvar, süpürgelik üstü ve döşeme gibi kullanım yerlerine uygun menfez seçmelisiniz.
➢ Damper seçimini yapınız.	➢ Firmaların kataloglarından uygun seçim yapınız. ➢ Her damper özellğinin farklı olduğunu göz önünde bulundurarak kullanılacak yerlere uygun seçimler yapmalısınız. ➢ Zamanı iyi kullanınız. İş disiplinine uygun çalışmanın başarıyı getirdiğini unutmayınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Hesaplama tablolarını araç ve gereçlerini metotlarına uygun olarak kullandınız mı?		
2. Hesaplamayı standartlara uygun olarak yaptınız mı?		
3. Hesaplamanın doğruluğunu kontrol ettiniz mi?		
4. Hesaplamayı teslim ettiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "**Hayır**" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "**Evet**" ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Bulunduğu mahal içine gelen besleme ya da kullanılan havanın toplanmasını sağlayan eleman aşağıdakilerden hangisidir?
A) Menfez B) Fan C) Serpantin D) Damper

2. Şartlanmış havayı mahal içine veren elemanların genel ismi nedir?
A) Fan B) Serpantin C) Dağıtıcı menfez D) Lineer menfez

3. Mahal havasını veya mahal havasının çok kirli ve sıcak bir bölümünü mahalden emen menfezlere ne denir?
A) Dağıtıcı menfez B) Transfer menfezi C) Lineer menfez D) Toplama menfezi

4. Besleme havasını farklı yönlerde ve düzlemlerde dağıtan hava çıkış elemanlarına ne ad verilir?
A) Fan B) Difüzör C) Damper D) Menfez

5. Akış yolları üzerine (kanal kesitinde) yerleştirilen ve sisteme giren çıkan hava akışını düzenleyerek (akış kesitlerini kısmen açıp kapayarak) yüksek kontrol ve konfor sağlayan parçalara ne denir?
A) Damper B) Menfez C) Fan D) Anemostat

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–4

AMAÇ

Bu faaliyetteki bilgi ve becerileri kazandığınızda ve uygun ortam sağlandığında, gerekli donanımı kullanarak havalandırma sistemlerinde kullanılan susturucu ve titreşim kesicileri tanıyacak; tekniğine ve standardına uygun olarak seçimlerini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Havalandırma tesisatı bulunan tesisleri dolaşarak konu ile ilgili araştırma yapınız.
- Susturucu ve titreşim kesicililerle ilgili sektörde faaliyet gösteren firmaları dolaşarak bilgi toplayınız.
- Topladığınız bilgileri rapor haline getirerek arkadaşlarınızla paylaşınız.

4. HAVALANDIRMA SİSTEMLERİNDE KULLANILAN SUSTURUCU VE TİTREŞİM KESİCİLER

4.1. Havalandırma Sistemlerinde Kullanılan Susturucular

Klima ve havalandırma sistemlerinde meydana gelen gürültüyü kabul edilebilir düzeylere indirmede kullanılır. Susturucu kasası galvanizli çelikten imal edilir ve kanal sistemine montajının yapılabilmesi için kasanın her iki tarafında özel flanş profilleri kullanılır. Susturucunun sönümleme elemanlarında yüzeyi çürümeye ve neme karşı dayanımı artırılarak 50 kg/m³ yoğunlukta preslenmiş cam yününden imal edilir. 20 m/s hava hızına kadar yüzey aşınmasını önleyecek şekilde cam lifiyle kaplanır.

4.1.1. Ses ve Gürültü Kirliliği

Ses, belli bir frekansta titreşim yapan bir kaynaktan yayılan enerjiye sahip dalgalara denir. Bu dalgaların şiddeti ses kaynağının büyüklüğüne ve titreşim sayısına bağlıdır.

Ses şiddeti, birim zamanda birim yüzeye düşen ses enerjisi olarak tanımlanır.

Büyüklük olarak ise dB (desibel) ile ifade edilir. Ses seviyesi ile ilgili şu örnekleri verebiliriz:

Ses kaynağı ve konumu	Ses şiddeti seviyesi dB (A)
Kalkış halindeki uçak (25 m mesafede)	140 dB (A)
Yol kazısı (7 m mesafede)	90 dB (A)
Çalar saat zili (1 m mesafede)	80 dB (A)
50 km/h hızla giden otomobilin içi	70 dB (A)
Normal konuşma (1 m mesafede)	50 dB (A)
Sakin yatak odaları (olması gereken)	35 dB (A)

Tablo 4.1: Çeşitli ses kaynakları ve ses şiddetleri

Desibel sesin duyum birimidir. Sıfır desibel 10^{-12} Watttır. Normal bir kulak için 1000 Hz'lik ses orta bir sestir. Bu frekanstaki bir sesin şiddeti 10^{-12} ile 1 W/m^2 arasında değişir. Bu ses şiddetleri 130 eşit parçaya ayrılırsa bu parçalardan her birine 1 desibellik ses denir ve dB ile gösterilir.

Hız: Ses dalgalarının birim zamanda aldığı yoldur. Atmosferdeki ses hızı 340 m/sn'dir. Katı maddelerde ses hızı daha çok artmaktadır.

Frekans: Birim zamanda üretilen dalga sayısına frekans denir. Hertz (Hz)'dir.

Dalga boyu: Art arda meydana gelen aynı fazda titreşen iki nokta arasındaki uzaklığa denir. λ ile gösterilir. Birimi metre (m)'dir.

Periyot: Bir dalga boyu kadar dalganın yol alması için geçen zamana denir. T harfi ile gösterilir. Birimi saniye sn.dir.

Genlik: Periyodik bir dalganın ulaştığı en büyük değere denir.

Ses yüksekliği: Frekansa bağlı bir özelliktir; sesin frekansı büyük ise ses yüksekliği de büyük demektir.

Ses enerjisi: Enerji hem genliğe, hem de frekansa bağlı bir özelliktir. Genlik ve frekansın artmasıyla sesin enerji seviyesi de artar.

Gürültü: Yüksek frekanstaki ses kaynaklarının çoğalması gürültü diye tanımladığımız yüksek enerjili sesleri oluşturur. Bu sesler insan kulak zarına aşırı şekilde basınç yaparak insanı rahatsız eder. Normal bir insan kulağı 16 ile 20.000 Hz arasındaki sesleri duyabilir.

Hava yolu ve titreşim yolu ile olmak üzere iki yolla yayılan sesler bütününden oluşan gürültünün insan sağlığı üzerinde meydana getirdiği bozukluklar bilimsel olarak tartışılmaz halde kanıtlanmıştır.

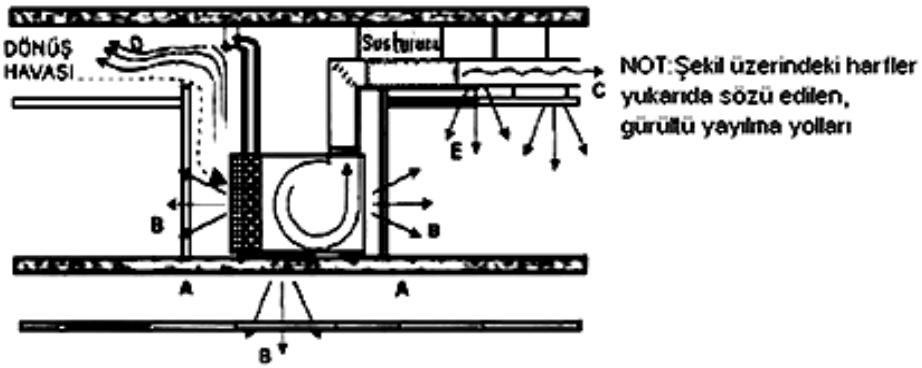
Bir mahalde bulunan insanların rahatlık durumunu (konfor) belirleyen unsurlardan birisi de bulunulan ortamdaki ses seviyesidir. Çeşitli kaynaklardan oluşan gürültü, bu kaynakların bağlı olduğu bina elemanlarına, hava kanalları ve borular vasıtasıyla da kullanılan mahallere geçmek sureti ile çevrede istenmeyen ses kirliliğine sebep olur.

İklimlendirme sistemindeki gürültü kaynakları;

- Elektrik motorları,
- Fanlar,
- Pompalar gibi hareketli elemanı olan makineler,
- Damper ve menfezler,
- Vanalar gibi içerisinden akışkan geçince gürültü üreten elemanlardır.

Bu cihazlardan yayılan gürültü ve titreşimler (Şekil 4.1'de) gösterildiği gibi bina içerisinde yaşanılan alanlara yayılır.

- Döşeme üzerinden bina yapısı ile
- Makine dairesi duvarlarını geçerek hava ile
- Hava besleme kanallarında hava ile
- Dönüş havası sisteminde hava ile
- Kanal cidarlarından geçerek hava ile



Şekil 4.1: Gürültü sorunları olan bir iklimlendirme santral odası yerleşimi

Çeşitli mahallerde oluşan iklimlendirme sistemi kaynaklı oluşan gürültüler için alınması tavsiye edilen değerler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Mahal Türü	Gerekli NCveya RC(N) (QAI⩽ 5 dB)
Konutlar	25 ila 35
Oteller/Moteller	
Kişisel odalar veya süitler	25 ila 35
Toplantı odaları	25 ila 35
Koridorlar, lobiler	35 ila 45
Servis alanları	35 ila 45
Ofis Binaları	
Yönetici odaları	25 ila 35
Konferans salonları	25 ila 35
Telekonferans odaları	en çok 25
Açık alanlı ofisler	30 ila 40
Koridorlar ve lobiler	40 ila 45
Hastaneler ve Klinikler	
Özel odalar	25 ila 35
Koğuşlar	30 ila 40
Ameliyathaneler	25 ila 35
Koridorlar ve kamuya açık alanlar	30 ila 40
Tiyatro ve Müzik Salonları	
Tiyatro salonları	en çok 25
Konser ve resital salonları	en çok 20
Müzik eğitim odaları	en çok 25
Müzik çalışma odaları	en çok 35
Laboratuarlar	
Test ve araştırma(minimum konuşma)	45 ila 55
Araştırma(yoğun telefonla konuşma)	40 ila 50
Takım çalışması	35 ila 45
İbadethaneler	25 ila 35
Okullar	
70m² ve daha küçük sınıflar	en çok 40
70m² ve daha büyük sınıflar	en çok 35
Büyük derslikler(ses yükseltmesi yok)	en çok 35
Kütüphaneler	30 ila 40
Mahkeme Salonları	
Ses yükseltmesi (mikrofon)yok	25 ila 35
Ses yükseltmesi var	30 ila 40
Kapalı Spor Salonları	
Spor salonları	40 ila 50
Yüksek seyirci kapasiteli salonlar(ses yükselt. var)	45 ila 55

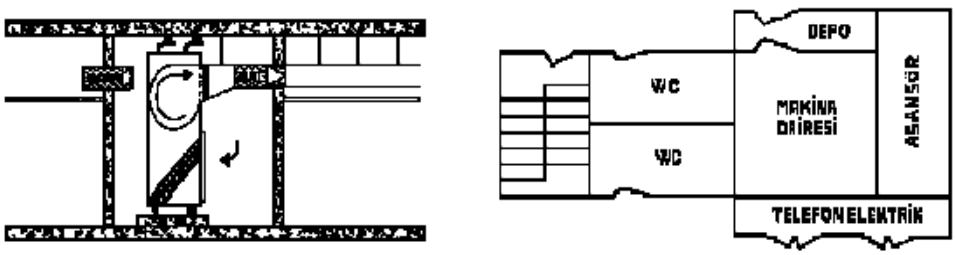
Tablo 4.2: Çeşitli uygulamalar için tavsiye edilen ses seviyeleri

4.1.2. Ses Sönümleyici (Susturucu) Seçimi İle Gürültünün Azaltılması

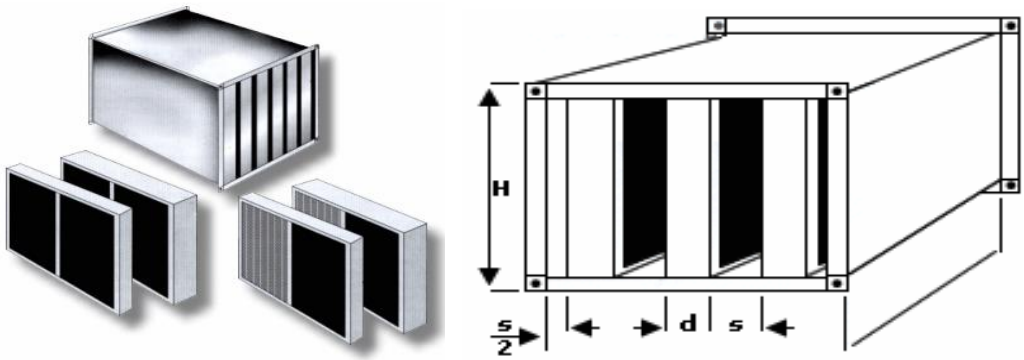
Bir bina içinde akustik yönden istenen ses seviyelerinin muhafazası için önce bu ses seviyelerinin bilinmesi gereklidir. Çeşitli uygulamalar için tavsiye edilen ses seviyeleri, yukarıdaki tabloda verilmiştir. Konutlarda bina dışına konan cihazların maksimum gürültü seviyesi 60 dB olarak tavsiye edilmektedir.

Bina dışına konan cihazların seçiminde ses ve gürültü yönünden aşağıdaki özelliklere dikkat edilmelidir:

- Cihazlar mümkün olduğu kadar şikayet gelecek yerlerden uzak mesafelere konulmalıdır.
- Cihazın yerleştirme konumu öyle seçilmelidir ki cihazda sesin en çok çıktığı kısım sesten şikayet gelebilecek yerlerin aksi tarafa yönelsin.
- Doğal ve yapay ses barikatları meydana getirilerek sesin zararlı olduğu yerlere gitmesi önlenmelidir.
- Cihazın kendi bünyesinde ses yutucu konmalıdır.
- Santral kısımlarına geçirilen kapılarda da ses yalıtımı yapılması faydalı olur.
- Kompresör, kondenser, klima santrali ve soğutma kulesinin bağlantı yerlerine mutlaka mantar plakalar konmalı ve titreşimler bina kolonlarına iletilmemelidir.
- Havalandırma ve klima kanallarında ses, özellikle havanın akış yönüne göre daha fazla etki yapar. Dolayısıyla üfleme fanlarının gürültüsü, kanallar, üfleyici menfezler ve anemostatlar tarafından ortamlara iletilir. Bu gürültüleri azaltmak için besleme kanalına ve dirseklerine iç taraftan ses yutucu sentetik elyaf yalıtım malzemeleri konmalıdır.
- Büyük kapasiteli soğutma kompresörlerinin hattına susturucu ve titreşim emiciler mutlaka takılmalıdır.
- Klima santralleri ve havalandırma sistemlerinde iyi dengelenmiş kaliteli fanlar kullanılmalıdır.



Şekil 4.2: Gürültü sorunlarından arındırılmış bir iklimlendirme santral odası yerleşim planı



Şekil 4.3: Ses sönümleyiciler (susturucular)

B(mm):Genişlik
H(mm):Yükseklik
L(mm):Boy
d(mm):Sönümleme eleman kalınlığı
s(mm):Hava yolu genişliği
n (Ad):Sönümleme eleman sayısı
V(L/s):Hava debisi
V(m³/h):Hava debisi
Vs(m/s):Hava hızı
Vt(m/s):BxH kesitindeki hava hızı Vs=Vt x d+s.
Ap(Pa):Basınç kaybı
Fm(Hz):Oktav merkez frekansı
De(dB) :Absorbe edilen ses şiddeti
Lw(dB):Akım kaynaklı gürültünün şiddeti
LwA(dB(A)):Akım kaynaklı gürültünün A-ağırlıklı ses şiddeti
LPA(dB(A)):Akım kaynaklı gürültünün A-ağırlıklı ses şiddeti
Ls dB:B x H = 1 m² için düzeltmeler

A. Hava geçiş aralığının dar olması için kısa boy ve büyük kesit seçilmelidir.
B. Hava geçiş aralığının geniş olması için uzun boy ve küçük kesit seçilmelidir.

Sönümlemesi istenen	
Ses seviyesi (fm=250 Hz)	De=12 dB
Max boy	L=1000 mm
Max basınç kaybı	Ap=50 Pa
Hava debisi	V=1260 L/s
Hava debisi	V=4550 m³/h

Tablo 4.3: Susturucu teknik özelliğine bir örnek

Ses yalıtımı;

- Gürültünün zararlı etkilerinden korunması gereken alanlarda (konutlar, okul, hastane, yurt, otel, iş yeri vb.)
- Çevreye yaydıkları gürültünün önlenmesi gereken alanlarda (jeneratör, hidrofor, kalorifer, yüksek ses düzeyine sahip eğlence yerleri vb.)
- Kullanım koşulu sese bağlı alanlarda (sinema, tiyatro, konser ve konferans salonu, TV ve ses kayıt stüdyosu vb.) yapılmalıdır.
- Gürültünün zararlı etkilerini azaltmak için öncelikle ses yalıtımlı ortamlar oluşturmalı ve yüksek gürültü düzeyine sahip ortamlarda uzun süre bulunmamaya özen göstermeliyiz.

4.2. Havalandırma Sistemlerinde Kullanılan Titreşim Kesiciler

4.2.1. Titreşimler

Hava yolu ve titreşim yolu ile olmak üzere iki yolla yayılan sesler bütününden oluşan gürültünün insan sağlığı üzerinde meydana getirdiği bozukluklar bilimsel olarak tartışılmaz halde kanıtlanmıştır. Engellenmesi için çeşitli aparatlar geliştirilmiştir.

Titreşim, belirli zaman aralıklarında bir kütlenin belirli bir mesafede yapmış olduğu periyodik hareketlere denir. Buradaki mesafeye genlik denir. Bu hareketlerin bir saniyedeki sayısına frekans adı verilir. Frekansların birbirine uymasına rezonans denir. Yani cihazın çalışma frekansı ile titreşim alıcının doğal frekansının aynı zaman diliminde aynı değerde olması durumudur.

Rezonans oluşumunu engellemek için cihazı destekleyen yapının dinamik sertliğinin titreşim alıcı sistemin üç katı olması gerekir.

4.2.2. Titreşim Alıcılar

Titreşim kontrolünde en önemli özelliklerden birisi de rezonanstır. Titreşim ve darbe alıcılardan beklenen görevler:

- Üzerine yerleştirilen cihazdan sabitlendiği yapıya geçen kuvvetlerin etkisini azaltmak,
- Sabitlendiği yapının hareketinden sarsılarak zarar görmemesi gereken cihazları korumaktır.

Çeşitli titreşim kesiciler;

- **Neopren pedler:** Kullanım alanları kritik olmayan cihazlar ile bodrum katlardır.
- **Neopren ayaklar ve askılar:** Yüksek hızlı küçük ekipmanların titreşim yalıtımında, dengesiz kuvvetlerin çok küçük olduğu fakat sadece ses ve küçük titreşim problemlerinin giderilmesi gerektiği yerlerde kullanılır.

- **Çelik yaylar:** Kritik durumlarda kullanımı en yaygın titreşim alıcılardır. Çeşitli tasarım imkânları verir. Kullanıldığı makine ve cihazlar kadar uzun ömürlüdür. Ek bir önleme gerek kalmadan kararlılığı sağlayacak büyüklükte iyi bir bağlantı ile işlerini yapar.
- **Hava yayları:** Titreşim alıcıların en etkin olanıdır. 7 bar basınca dayanıklı olarak üretilmiş ve cihaza kararlı destek sağlayan geniş lifli kauçuk balondan oluşur. Uygun tasarlanmış bir hava yayı, çelik yayın çökmesine eş değer bir çökme sağlar. Hava yayının cidarları kauçuktan olduğu için çelik yayda oluşan rezonans ve ses köprüsü oluşturmaz.
- **Çelik veya beton kaideler:** Genellikle ekipmanı düzenli bir biçimde muhafaza etmek için kullanılır. Çelikten yapılması halinde cihazı taşıyabilecek kadar rijittir (sert ve sağlam) ve taşıdığı cihazın frekansında rezonansa girmez.
- **Kauçuk genleşme parçaları:** Ses köprüsü ve borudaki gerilimi azaltması için kesme vanalarının cihaz tarafına yerleştirilmelidir. Sıcaklık ve basıncın yüksek olduğu tesisatlarda kauçuk yerine paslanmaz çelik veya bronz metalik hortumlar kullanılır. Cihaz bağlantı noktalarında esneklik sağlar. Bu da flanşlardaki gerilimi azaltır ve titreşim yalıtımı yapılmış olan cihaz, çelik yay üzerinde serbest hareket eder.

4.3. Sistem Ölçü ve Debisine Uygun Susturucu ve Titreşim Kesicinin Belirlenmesi

- Titreşim yalıtımı yapılan donanımın türü ve bulunduğu yer (içte mi/dışta mı)
- Yalıtım yapılacak donanımın ağırlığı ve ağırlık merkezinin yeri
- Yalıtım yapılacak birimin tüm boyutları
- Cihazın en düşük çalışma hızı
- Her birim için kaç adet titreşim sönümleyici istendiği

Yukarıda belirttiğimiz kurallar doğrultusunda titreşim alıcılar uygun şekilde seçilir. Gerekli olan cihazların montajında kullanılarak titreşimden oluşan istenmeyen ses ve gürültü giderilir.

UYGULAMA FAALİYETİ-4

Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek susturucu ve titreşim önleyici seçimini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Ses gürültü seviyesine göre susturucu seçimini yapınız.	➢ Edindiğimiz bilgilere göre uygulamayla ilgili bilgiler doğrultusunda hareket ediniz. ➢ Kullanılacakları yer özelliklerine uygun susturucular belirleyiniz. ➢ Susturucu seçimini yaparken kullanım amacına uygun özellikte olmasına dikkat etmelisiniz. ➢ Montaj yaparken kullanımda verimli ve bakım sırasında kolaylık sağlayacak yerler olmasına dikkat ediniz.
➢ Malzemenin cinsine ve boyutlarına göre susturucu seçimini yapınız.	➢ Susturucuların görev yapacakları yere uygun tercihte bulunmalısınız. ➢ Döşemeye, makine dairesi duvarlarına, hava besleme kanallarına dönüş havası sistemine, kanal cidarlarına uygun seçimler yapmalısınız. ➢ Kullanım yerlerinden sonra da boyutlarına uygun seçim yapılmalıdır.
➢ Cihaz ve motor kaideleri, saplama drenaj deliklerini belirleyiniz.	➢ Firmaların kataloglarından uygun seçim yapınız. ➢ Her cihaz ve motorun farklı olduğunu göz önünde bulundurarak montaj yeri belirlemesi katalog ölçüsüne uygun yapılmalıdır.
➢ Yaylı ve kauçuklu titreşim yalıtımı için kullanılacak malzeme seçimini yapınız.	➢ Kullanım yerleri ve şartlarına uygun malzeme iş özelliğine göre tespit edilir. ➢ Zamanı iyi kullanarak iş disiplinine uygun çalışmak başarıyı getirir, unutmayınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Hesaplama tablolarını araç ve gereçlerini metotlarına uygun olarak kullandınız mı?		
2. Hesaplamayı standartlara uygun olarak yaptınız mı?		
3. Hesaplamanın doğruluğunu kontrol ettiniz mi?		
4. Hesaplamayı teslim ettiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "**Hayır**" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "**Evet**" ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Belli bir frekansta titreşim yapan bir kaynaktan yayılan enerjiye sahip dalgalara ne ad verilir?
A) Hız B) Frekans C) Ses D) Titreşim

2. Sesin duyum birimi nedir?
A) Watt B) Amper C) Volt D) Desibel

3. Ses dalgalarının birim zamanda aldığı yola ne denir?
A) Hız B) Frekans C) Mesafe D) Saat

4. Birim zamanda üretilen dalga sayısına ne denir?
A) Debi B) Frekans C) Adet D) Titreşim

5. Atmosferdeki ses hızı kaç m/sn.dir?
A) 340 m/sn. B) 430 m/sn. C) 300 m/sn. D) 330 m/sn.

6. Konutlarda bina dışına konan cihazların maksimum gürültü seviyesi kaç dB olarak tavsiye edilmektedir?
A) 65 B) 55 C) 65 D) 60

7. Belirli zaman aralıklarında, bir kütlenin belirli bir mesafede yapmış olduğu periyodik hareketlere ne denir?
A) Atılım B) Titreşim C) Frekans D) Zıplama

8. Cihazın çalışma frekansı ile titreşim frekansların birbirine uymasına ne denir?
A) Kontak B) Kısa devre C) Rezonans D) Frekans

9. Kritik durumlarda kullanımı en yaygın titreşim alıcısı hangisidir?
A) Hava yayı B) Neopren ped C) Kauçuk yay D) Çelik yay

10. Ses köprüsü ve borudaki gerilimi azaltması için, kesme vanalarının cihaz tarafına ne yerleştirilmelidir?
A) Kauçuk genleşme parçası B) Çelik yay C) Hava yayı D) Neopren ped

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–5

AMAÇ

Bu faaliyetteki bilgi ve becerileri kazandığınızda ve uygun ortam sağlandığında, gerekli donanımı kullanarak havalandırma tesisatında kanalların yalıtımında kullanılan yalıtım malzemelerini tanıyacak; tekniğine ve standardına uygun olarak seçimlerini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Havalandırma tesisatı bulunan tesisleri dolaşarak konu ile ilgili araştırma yapınız.
- Yalıtım malzemeleri ile ilgili sektörde faaliyet gösteren firmaları dolaşarak bilgi toplayınız. Topladığınız bilgileri rapor haline getirerek arkadaşlarınızla paylaşınız.

5. HAVALANDIRMA SİSTEMLERİNDE KULLANILAN YALITIM MALZEMELERİ

5.1. Isı ve Buhar Yalıtım Malzemeleri

5.1.1. Isı Yalıtımı

Binalarımız kışın soğur yazın ise ısınır. Kışın kömür, doğal gaz gibi yakıtlar kullanarak evimizi soğumaması için ısıtır, yazın ise fazla ısınan evimizi klimalarla soğuturuz.

Isı yalıtımı, kışın daha verimli ısınmak yazın da serinlemek amacıyla, enerji ekonomisi sağlamak için yaptığımız uygulamalardan birisidir. Daha konforlu ve rahat ortamlarda yaşamak amacıyla binaların dış cephe duvarları, pencereleri, çatıları, döşemeleri ve tesisatlarında yaptığımız ısı geçişini azaltan önlemler topluluğuna ısı yalıtımı denir.

Genel olarak enerji tasarrufu amacıyla, sıcaklık farklarından oluşabilecek kayıpları azaltmak için alınan önlemlerdir.

Resim 5.1: Havalandırma kanal yalıtımı

Isı yalıtım malzemelerinin performansını etkileyen faktörler;

- **Isı iletim kat sayısı k (W/mK):** Ne kadar küçük olursa ısıyı o kadar az geçirir.
- **Buhar geçirme direnci (μ) :** Buhar geçişine direnci yüksek olmalıdır.
- **Sıcaklığa dayanma:** Malzemenin hangi sıcaklık aralığında kullanılacağı bilinmelidir.
- **Yangına dayanımı:** Malzeme yangına ve aleve karşı dayanıklı olmalıdır.
- **Gözenek yapısı:** Açık veya kapalı gözenekli olup olmadığı belirtilmelidir.
- **Yoğunluk (kg/m³):** Kullanım yerine göre olabildiğince düşük yoğunlukta olmalıdır.
- **Hacimce su emme:** Sudan doğrudan etkilenmemeli, ıslanarak k değeri yükselmemelidir.
- **Ekonomiklik:** Benzerleriyle karşılaştırıldığında ekonomik olmalıdır.

Isı yalıtım şekillerinden biz burada sadece tesisat yalıtımını inceleyeceğiz.

Tesisat yalıtımı: Enerji verimliliği için binadaki ısıtma, soğutma veya sıcak su hazırlama tesisatlarına mutlaka ısı yalıtımı yapılmalıdır. Tesisat yalıtımında kullanılabilecek çeşitli yalıtım malzemeleri bulunmaktadır. Ayrıca verimli ısıtma ve soğutma sistemleri tercih edilmeli ve otomatik kontrol teknolojilerinden faydalanılmalıdır.

Tesisat yalıtımında kullanılan malzemeler ve bu malzemelerin ürün standartları aşağıda verilmiştir.

Isı yalıtım malzemeleri	Ürün standartları
Cam yünü,	Pr EN 14303
Taş yünü,	Pr EN 14303
Elastomerik kauçuk (FEF)	Pr EN 14304
Cam köpüğü (CG)	Pr EN 14305
Kalsiyum silikat (CS)	Pr EN 14306
Ekstrüde polistiren (XPS)	Pr EN 14307
Poliüretan (PUR / PIR)	Pr EN 14308
Ekspande polistiren (EPS),	Pr EN 14309
Polietilen köpük (PEF),	Pr EN 14313
Fenolik köpük	Pr EN 14314

Tablo 5.1: Isı yalıtım malzemeleri ve standartları

Tasarımdan uygulamaya kadar tüm yönleri ile bir uzmanlık dalı olan yalıtımın ana unsurları **"doğru detay" , "nitelikli malzeme"** ve **"sağlıklı uygulama"** dır.

5.1.1.1. Isı Yalıtımı Malzemelerinin Sınıflandırılması

- **Lifli malzemeler** (Cam yünü, Taş yünü, Seramik yünü)
- **Hücreli köpükler** (expanded polistiren (EPS), extruded polistiren(XPS), fenol köpüğü, poliüretan vb.)
- **Tanecikli köpükler** (Flex malzemeler, elastomerik kauçuk köpüğü, polietilen köpük)
- Cam köpüğü, kalsiyum silikat türü malzemeler
- **Cam yünü:** Beyaz olanları 550ºC'ye kadar ve genellikle sanayi yalıtımlarında (kazan, tank, boru vb.) kullanılırken sarı olanlar yapı sektöründe ve şofben, fırın gibi ev cihazlarının yalıtımında kullanılır.
- **Polietilen köpük:** Etilen ve propilenden hazırlanan polimerilerden imal edilen esnek, yarı esnek, gözenekli, plastik esaslı malzemelerdir. –45 ila +105ºC arasındaki soğuk ve ılık hatların yalıtımlarında kullanılır. Düşük ısı iletkenlikleri, yüksek su buharı (difüzyon)geçiş direnci, bünyelerine su almama, elastiklik ve yüksek darbe dayanımı gibi özelliklere sahiptir.

Polietilen levhaların cam yünü levhalara göre, soğutma hatlarındaki en büyük üstünlükleri, yüksek su buharına dirençlerinin yüksek olmasıdır. Sızdırmazlık için metal film kaplı olan levhalar tercih edilmektedir.

5.1.1.2. Yalıtım Malzemelerinin Seçimi

Tesisatta ısı yalıtımı; genel olarak sıcak hatlarda ısı kaybını, soğuk hatlarda ısı kazancını önlemek için alınması gereken tedbirler olarak tanımlanır. Tesisat yalıtımı ile enerji kayıp veya kazançları dışında, hattı oluşturan boruların yoğuşma sebebiyle korozyona uğraması da önlenir.

Tesisattaki ısı yalıtım uygulamalarında, klima ve boru hattının içinden geçen akışkan düşük sıcaklıkta ise dış yüzey sıcaklığı ortam sıcaklığının altında olur. Bu sıcaklık terleme sıcaklığının altına düşerse yoğuşmaya neden olur. Bunu önlemek için mutlaka yalıtım malzemesini standartlara uygun yapmalıyız. Yalıtım, soğuk, sıcak ve ılık hatlar olarak ele alınmalıdır.

Tesisatlarda yoğuşma:

A. Isı yalıtımı yapılmaz veya yetersiz yapılırsa **yüzeyde** olur.
B. Isı yalıtım malzemesinin buhar difüzyon direnç kat sayısının (μ) yetersiz olması durumunda önlem alınmaz ise **yalıtım malzemesinin içinde** olur.

Soğuk hatlarda (<10ºC) **: Polietilen ve kauçuk köpüğü**
Ilık hatlarda (10-100ºC) **: Polietilen, kauçuk köpüğü ve cam yünü**
Sıcak hatlarda (>100ºC) **: Cam yünü, taş yünü ve seramik yünü**

Boru çapı		Polietilen ve kauçuk köpüğü opt. kalınlıkları
İnç	mm	mm
½	15	15
¾	20	15
1	25	15
1¼	32	15
1½	40	15
2	50	15
2½	65	20

Tablo 5.2: Soğuk hatlarda kullanılması gerekli polietilen ve kauçuk köpüğü kalınlıkları

Boru çapı		Polietilen, kauçuk köpüğü ve cam yünü opt. kalınlıkları
İnç	mm	mm
½	15	20
¾	20	20
1	25	20
1¼	32	20
1½	40	20
2	50	20
2½	65	30

Tablo 5.3: Ilık hatlarda kullanılması gerekli polietilen, kauçuk köpüğü ve cam yünü kalınlıkları

Boru çapı		Cam yünü ve taş yünü opt. kalınlıkları
İnç	mm	mm
½	15	25
¾	20	25
1	25	30
1¼	32	30
1½	40	30
2	50	30
2½	65	20

Tablo 5.4: Sıcak hatlarda kullanılması gerekli cam yünü ve taş yünü kalınlıkları

İklimlendirme kanallarının yalıtımında levha tipi, folyo kaplı polietilen köpük, kauçuk köpüğü ve cam yünü kullanılır. Folyo kaplı malzemelerin ek yerleri, alüminyum bant ile yapıştırılır. Bina dışında olanlara mutlaka galvaniz sac kaplanır. Sıcak hacimlerden geçen soğuk hava kanallarındaki yoğuşmayı önlemek için bir yüzü alüminyum folyo kaplı polietilen levha veya kauçuk köpüğü ile dıştan yalıtımı yapılır.

5.1.1.3. Buhar Difüzyon Direnci

Bir malzemenin bünyesinden buhar geçişine gösterdiği direnç, o malzemenin buhar difüzyon direncidir. Buhar difüzyon direnci yükseldikçe malzemenin içinden geçebilecek buhar miktarı azalır. Isı yalıtım malzemelerinde buhar difüzyon direncinin yüksek olması istenir.

Resim 5.2: Su emme

Isı yalıtım malzemelerinin en temel özelliği ısı iletim kat sayılarının düşük olmasıdır. Bu özellik malzemelerin bünyesinde bulunan durgun hava veya gaz içeren kılcal aralıklar veya gözeneklerdir. Isı yalıtım malzemeleri su ile temas ettiklerinde bünyelerine bir miktar su emebilir. Bunun sonucunda malzemelerin ısı iletim kat sayıları düşer, yani ısı yalıtım özellikleri bozulur. Su emme miktarları çeşitli testler uygulanarak belirlenir. Isı yalıtım malzemelerinde su emme oranlarının sıfır veya sıfıra yakın olması istenir.

5.1.1.4. Yoğuşmayı Önlemek İçin Yapılacaklar

- Doğru ısı yalıtım malzemesi seçilmeli,
- Yoğuşma olmaması için gerekli minimum yalıtım kalınlığı doğru hesaplanmalı,
- Su buharı difüzyon direnç kat sayısı yeteri kadar yüksek olmalı,
- Yalıtımda ısı köprüleri oluşmamalı ve sızdırmazlık uygulamaları doğru yapılmalıdır.

5.1.2. Buhar Difüzyonuna Karşı Yalıtım Yapmak

5.1.2.1. Elastomerik Kauçuk Köpüğün Montajı

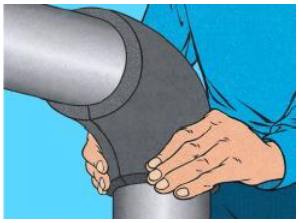
Resim 5.3: Elastomerik kauçuk köpüğü yapıştırıcısı

Buhar difüzyonuna karşı gösterdiği yüksek direnç nedeniyle elastomerik kauçuk köpüğü montajı yapılarak hava kanallarının yalıtımı gerçekleştirilebilir. Bir yalıtım malzemesinin montajının düzgünlüğü yanında yukarıda bahsedildiği gibi yeterli nitelikte yalıtım yapmak önemlidir. Eksik kalınlıkta yapılan yalıtımda yalıtımın bir anlamı kalmamaktadır. Fazla kalınlık tercih edildiğinde tesisatın maliyeti artmaktadır. Bu nedenle montaj yapılacak malzemenin yalıtım kalınlıklarının tespiti ve özelliklerinin bilinmesi önemlidir.

Resim 5.4: Elastomerik kauçuk köpüğü yapıştırıcısının sürülmesi

Yalıtım sisteminin performansı için doğru uygulama çok önemlidir. Yalıtım malzemesinin boyutları doğru seçilmeli ve iyi bir performans için havanın içeri girmesi engellenecek şekilde tüm sistem kapatılmalıdır. Basit uygulama teknikleri kullanılarak yoğuşmayı önleyecek şekilde tüm sistemin yalıtımı kolayca yapılabilir. Tüm uç noktalar ve boylamsal bağlantı yerleri solvent bazlı veya basınç duyarlı yapıştırıcı (PSA: Pressure Sensitive Adhesive) ile ya da üretici tarafından tavsiye edilen başka bir yöntem kullanarak birleştirilmelidir. Elektrik ya da boru bantı kullanılması tavsiye edilmez. Yapıştırıcı, her iki yüzeye de ince bir film tabakası halinde uygulanmalı, kısa bir süre kurutulduktan sonra iki yüzey birbirine sıkıca bastırılmalıdır. Yalıtım malzemesi tüm T' lere, dirseklere, valflere ve ortamdaki havanın sisteme girişini engellemek üzere boruların uçlarına yalıtım amaçlı uygulanabilir.

Resim 5.5: Elastomerik kauçuk köpüğün kanala uygulanması



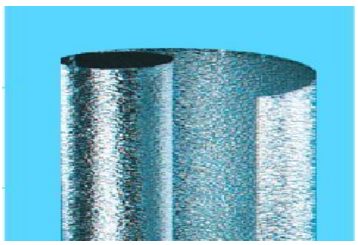
Resim 5.6:Elastomerik kauçuk köpüğün dairesel kesitli kanala dirsek uygulaması

Yapıştırıcının hava kanalının yüzeyine ve yalıtım malzemesinin iç çapına ince bir film tabakası halinde uygulanmasıyla bu işlem kolayca gerçekleştirilebilir. Eğer sistem düzgün bir şekilde yalıtılmamışsa hava kanalı yüzeyi ile yalıtım malzemesinin iç yüzeyi arasında yoğuşma meydana gelecek ve bu durum genellikle kanalın en alçak yerinde su birikmesine neden olacaktır. Eğer yoğuşma yalıtım malzemesinin dış yüzeyinde gerçekleşmişse çalışma parametreleri yalıtım malzemesinin kalınlığının artırılmasını gerektirir. Uygulama yapılırken yalıtım malzemesinin gerdirilmemesi gerekir. Ürünün gerdirilmesi yerine, fazlalığın bastırılması tercih edilir. Ürünün gerdirilmesi, kalınlığın düşmesine ve malzemenin gerginleşmesine neden olur.

Yalıtımın iyi yapıldığından emin olmak için tüm bağlantı noktaları iyice sıkıştırılarak birleştirilmelidir. Yalıtım malzemesi aynı nedenle sadece, uygulamanın yapıldığı anda ısıtılmamış olan sistemlere uygulanmalıdır. Esnek kapalı hücre elastomerik esaslı yalıtım malzemesinin kesimi ve uygulanması kolaydır. Özel bağlantı elemanlarına ya da mekanik klipslere ihtiyaç yoktur. Bu malzemeler aşındırıcı değildir ve uygulama için özel önlemler almaya gerek yoktur. Esnek kapalı hücre elastomerik esaslı yalıtım malzemeleri tekdüze ve tutarlı malzemelerdir. Özellikle soğutucu uygulamalarında, 19 mm ve altındaki et kalınlıkları için malzemenin dirsek etrafında kaydırılması yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem, boylamsal bağlantı yerlerini azaltmakta ve uygulamayı hızlandırmaktadır. Ancak yalıtım malzemesinin optimum performansı için 19 mm'nin üzerindeki et kalınlıkları için dirsekler gönyeli birleştirilmelidir.

Yalıtım malzemesi dirsek etrafında kaydırılırken gerdirildiğinden bükülmenin olduğu dirseğin dış yüzeyinde yalıtım malzemesinin et kalınlığında bir kayıp gerçekleşir. Et kalınlığına bağlı olarak kayıp %40'lara varabilir. Bu durum, yoğuşma oluşumuna neden olur.

Ayrıca yalıtım malzemesinin gerdirildiği bu noktada gerginlik malzemenin daha erken yaşlanmasına ve çatlamasına neden olabilir.



Resim 5.7: Alüminyum sac

Yalıtım malzemesinin dış hava koşullarında, ultraviyole radyasyon, ozon ve oksidasyonun zararlı etkilerine maruz kalacağı göz önünde bulundurulmalıdır. Elastomerik esaslı yalıtım malzemelerinin güneş ışınlarına maruz kalması halinde, UV ışınların etkilerine karşı ilave bir koruma önlemi alınmalıdır. Bu uygulamada ilave koruma önlemi alınmak suretiyle UV etkisi azaltılarak ürün, kullanıcının beklentilerini karşılar. Malzemenin optimum dış ortam performansı, UV ışınlarına maruz kaldığı yere (çatı kaplama uygulamaları vb.) göre değişir. Bu ürünler çevre şartlarına ve uygulamaya bağlı olarak UV dirençli kaplama, macun veya ceketleme kullanılarak güneş ışığının olumsuz etkisinden korunmalıdır.

Piyasada satılan elastomerik esaslı yalıtım malzemeleri ile tipik koruyucu kaplamalar birbirine mükemmel bir şekilde yapıştırılabilmektedir. Koruyucu kaplamalar kuru ve temiz bir yüzeye uygulanmalıdır. Genellikle iki tabaka uygulama gereklidir. Yalıtım malzemesi ve hava kanalı arasındaki su sızıntısını engellemek için tüm bağlantı yerlerinin ve uç noktaların tam anlamıyla yalıtımının sağlanması çok önemlidir.

5.1.2.2. Elastomerik Kauçuk Köpüğü Montajını Yaparken Dikkat Edilecek Hususlar

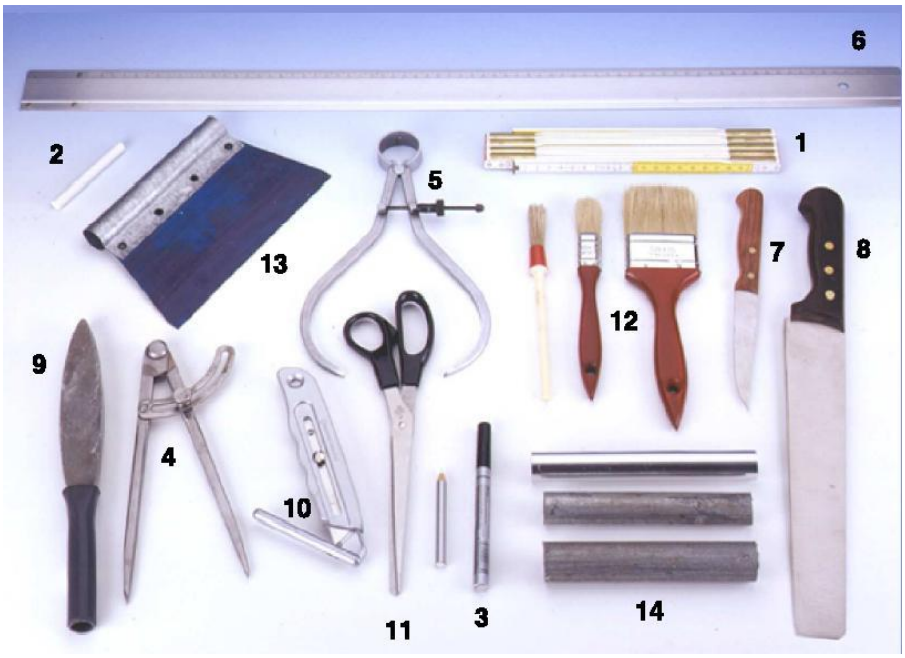
Mümkün olan yerlerde malzeme doğrudan (kesilmeden) kullanılmalıdır. Bütün ek yerleri orijinal yapıştırıcısı kullanılarak yapıştırılmalıdır. Bütün dirsek, kol alma bağlantı parçaları elastomerik kauçuk köpüğü malzeme ile mutlaka yalıtılmalıdır. Farklı malzeme kullanılmamalıdır. Tesisatın askı sistemleriyle desteklenmesi gereken yerlerde ısı köprülerinin oluşmasını engellemek ve yalıtımın sürekliliği için destek elemanları kullanılmalıdır. Destek elemanları, uygulanan yalıtım kalınlığında olmalıdır. Yalıtım malzemesi destek elemanına özel yapıştırıcı ile yapıştırılarak sızdırmazlık sağlanmalıdır.
Dış ortamda yapılan uygulamalarda hava değişikliklerine, UV ışınlarının zararlı etkilerine karşı mutlaka ilave bir korumaya veya kaplama gereksinimi vardır. Boya, yalıtım işlemi bittikten ve yapıştırıcının tamamen kurumasından sonra (en az 36 saat) uygulanabilir. Ortam koşullarına göre boya işlemi 2 kat veya daha fazla olabilir. Normal koşullarda boyanın kuruma süresi 1–2 saattir. Düşük sıcaklıklarda ve/veya nem oranı yüksek ortamlarda bu süre artabilir. İkinci kat boyama işlemi, birinci kat boyanın tamamen kurumasından sonra 7 gün içerisinde yapılmalıdır.

Elastomerik kauçuk köpüğü levha olarak kullanıldığında 20 mm bini payı ilave edilerek hazırlanan levhaya ve yüzeye yapıştırıcı sürülür (bini kısmı hariç) . Levha itinalı bir

şekilde yerleştirilir. Daha sonra bini kısmı hafif basınç uygulanarak boşluk kalmayacak şekilde yerleştirilir. Bütün yüzeyler elastomerik kauçuk köpüğü özel yapıştırıcı ile uyumlu korozyon önleyici primer astar kullanılarak korunmalıdır. Tüm ek yerleri özel yapıştırıcı ile birbirine, boşluk bırakmadan yapıştırılmalıdır. Daima yüzeyinde toz, kir ve su bulunmayan, temiz malzemeler kullanılmalıdır. Doğru boyutlardaki elastomerik kauçuk köpüğü levhaları kullanınız.

Tutkal sürülmüş kısımları kesinlikle çekerek değil bastırarak yapıştırınız. Tesisat sistemi çalışır durumdayken asla yalıtım işlemi yapmayınız. Yalıtım yapıldıktan sonra 36 saat geçmeden önce tesisat sistemini çalıştırmayınız. Yalıtım yapılacak yüzey üzerindeki pas çıkartılıp bir kat antipas boyası uygulanmalıdır. 24-48 saat boyunca kurumaya bırakılmalıdır. Yalıtım malzemesi kaplanacak kısımların birbirine çok yakın olduğu sistemlerde yalıtım işlemi yapmayınız. Yalıtım işlemi yapılmış iki kısım arasında en az 2 santim genişliğinde uzaklık olmalıdır.

5.1.2.3. Elastomerik Kauçuk Köpüğü Montajında Kullanılan Takımlar ve Aksesuarlar



Resim 5.8: Kullanılan takımlar

1. Metre
2. Tebeşir (çizim için)
3. Özel tükenmez kalem (çizim için)
4. Pergel
5. Çapölçer
6. Düzgün çizgiler için metal cetvel
7. Kesik ağızlı bıçak (ince sırtlı)
8. Uzun ağızlı bıçak (ince sırtlı)
9. Bileme taşı
10. Değiştirilebilir ağızlı bıçak
11. Makas
12. Kısa ve sık tüylü fırça
13. Düz ıspatula
14. Uçları keskinleştirilmiş, delik açıcı olarak kullanılmak üzere borular

Kendinden yapışkanlı bant | Dış ortamlarda Elastomerik Kauçuk Köpük yalıtım malzemesini korumak için kullanılan elastik boya | Yüzeylerin temizlenmesi için kullanılan tiner | Yalıtım malzemesinin yüzeye daha iyi tutunması ve yapışması için kullanılan yapıştırıcı

Resim 5.9: Elastomerik kauçuğun kanala uygulanmasında kullanılan malzemeler

5.2. Mekanik Titreşim Yalıtımında Kullanılan Cihazlar

5.2.1. Çeşitli Titreşim Kesiciler

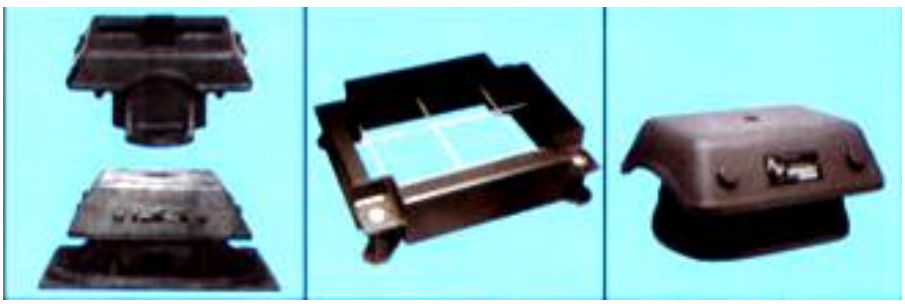
- **Neopren pedler:** Kullanım alanları kritik olmayan cihazlar ile bodrum katlardır.
- **Neopren ayaklar ve askılar:** Yüksek hızlı küçük ekipmanların titreşim yalıtımında, dengesiz kuvvetlerin çok küçük olduğu sadece ses probleminin ya da küçük titreşim problemlerinin giderilmesi gerektiği yerlerde kullanılır.

Resim 5.10: Neopren ayaklar ve askılar

- **Çelik yaylar:** Kritik durumlarda kullanımı en yaygın titreşim alıcılardır. Kurulumda zengin tasarım imkânları sağlar. Kullanıldığı makine ve cihazlar kadar uzun ömürlüdür. Ek bir önleme gerek kalmadan kararlılığı sağlayacak büyüklükte iyi bir bağlantı ile görevlerini yapar.

Resim 5.11: Çelik yaylar

- **Hava yayları:** Titreşim alıcıların en etkin olanıdır. 7 Bar basınca dayanıklı olarak üretilmiş ve cihaza kararlı destek sağlayan geniş lifli kauçuk balondan oluşur. Uygun tasarlanmış bir hava yayı, çelik yayın çökmesine eş değer bir çökme sağlar. Hava yayının cidarları kauçuktan olduğu için çelik yayda oluşan rezonans ve ses köprüsünü oluşturmaz.
- **Çelik veya beton kaideler:** Genellikle ekipmanı düzenli bir biçimde muhafaza etmek için kullanılır. Çelikten yapılması halinde cihazı taşıyabilecek kadar rijit (sert ve sağlam) olur ve taşıdığı cihazın frekansında rezonansa girmez.



Resim 5.12: Çelik kaideler

- **Kauçuk genleşme parçaları:** Ses köprüsü ve borudaki gerilimi azaltmak için, kesme vanalarının cihaz tarafına yerleştirilir. Sıcaklık ve basıncın yüksek olduğu tesisatlarda kauçuk yerine paslanmaz çelik veya bronz metalik hortumlar kullanılır. Cihaz bağlantı noktalarında esneklik sağlar. Bu da flanşlardaki gerilimi azaltır ve titreşim yalıtımı yapılmış olan cihaz, çelik yay üzerinde serbest hareket eder.

5.2.2. Titreşim Alıcılar Seçilirken Dikkat Edilmesi Gereken Kurallar

- Titreşim yalıtımı yapılan donanımın türü ve bulunduğu yer (içte mi/dışta mı)
- Yalıtım yapılacak donanımın ağırlığı ve ağırlık merkezinin yeri
- Yalıtım yapılacak birimin tüm boyutları
- Cihazın en düşük çalışma hızı
- Her birim için kaç adet titreşim sönümleyici istendiği

Yukarıda belirttiğimiz kurallar doğrultusunda titreşim alıcılar uygun şekilde seçilir. Gerekli cihazların montajında kullanılarak sorun giderilir.

5.2.3. Sismik Koruma Yalıtımı

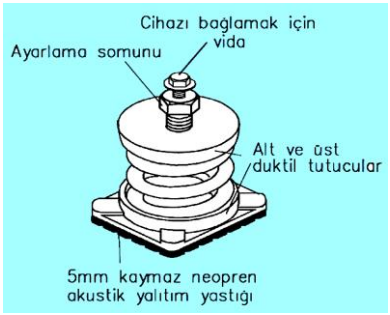
Depreme dayanıklı inşa edilmiş binalarda, hasar vermeyen depremler sonrasında, bina içinde çalışmaların devamı için mekanik tesisatın da hasar görmemiş ve çalışıyor durumda olması gerekir.

Bu korumayı sağlamak için cihaz bağlantı yerlerinde, özel olarak tasarlanmış ileri teknoloji ile üretilmiş ve deprem kuvvetlerine karşı koyabilecek birtakım elemanlardan faydalanılır. Bu elemanlar ve taşımaları gereken özellikler aşağıdaki gibidir:

- **Sismik sınırlayıcı kauçuk titreşim alıcı ayak:** Her yönden gelen sismik kuvvetleri taşıyabilir özellikte, dökme demir gövde ve bu gövde içinde neopren sönümleme elemanı bulunan ayaklardır.

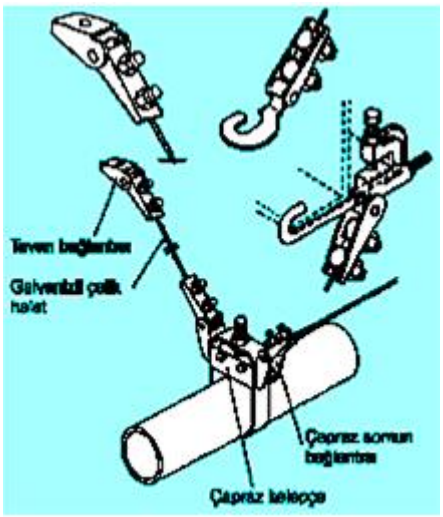
Şekil 5.1: Sismik sınırlayıcı titreşim alıcı ayak

- **Sınırlandırılmış yay** üzerinden yük kalktığı zaman yayın açılmasını önleyen sınırlama elemanları vardır. Gövde, bütün deprem kuvvetlerine karşı direnecek şekilde tasarlanmıştır**.**

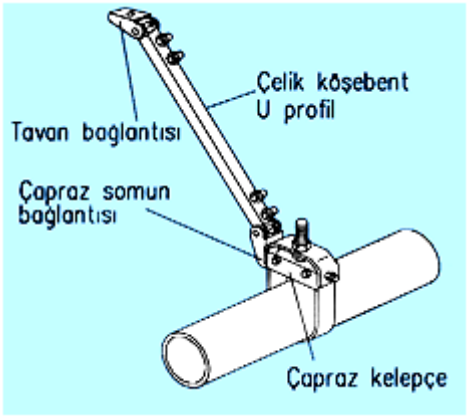


Şekil 5.2: Sismik sınırlayıcı yaylı takoz

- **Sınırlayıcı çelik halat** şeklindeki sismik sınırlayıcılar her yönden gelen sismik yüklere karşı koyacak şekilde tasarlanmıştır.



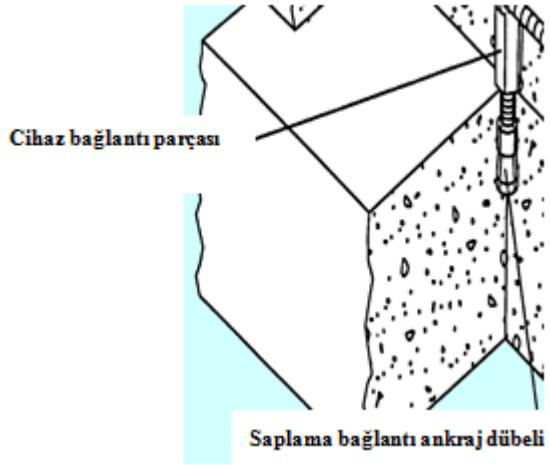
Şekil 5.3: Sismik sınırlayıcı titreşim izolatörlü çelik halat



Şekil 5.4: Sismik sınırlayıcı çelik bağlantı

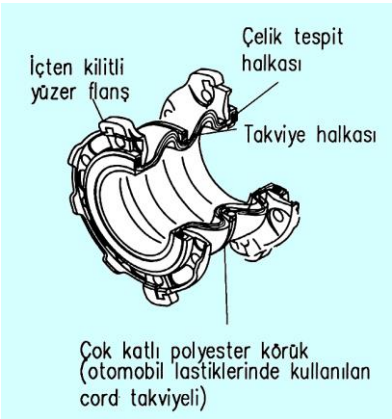
- **Sismik sınırlayıcı (snubber)** sismik sönümleyiciler, yüksek dayanımlı şok yutucu neopren malzeme ve çelik bağlantı elemanlarından oluşur.

- **Dişi saplama ankraj dübeli** zemine yapılan montaj dübelidir. Dübel takıldıktan sonra titreşim alıcı malzemeleri dübele bağlayarak cihazı korumaya alırız.



Şekil 5.5: Zemine montajlı dişi saplama ankraj dübeli

- **Küresel kompanzatör,** dış yüzeyi peroksit ile sertleştirilmiş kauçuk malzemeden, iç yüzeyi ise kort bezinden mamul malzemedir. Borularda meydana gelen genleşmeleri ve sismik kuvvetleri kompanze eden esnek bağlantı parçasıdır.



Şekil 5.6: Küresel kauçuk kompanzatör

5.2.4. Sismik Koruma Yapmak İçin Bilinmesi Gerekenler

Bir donanımın sismik korumasının nasıl yapılacağı hesaplanırken aşağıdaki parametreler dikkate alınır:

- Donanımın bulunduğu yerin hangi deprem bölgesinde olduğu,
- Donanımın ne tür bir binada olduğu,
- Donanımın ağırlığı, hangi katta olduğu,
- Depremden kaynaklanan yatay ve düşey kuvvetler,
- Donanımın monte edildiği noktaların birbirine olan uzaklıkları,

- Maksimum gerilmenin olduğu açı, donanımın ağırlık merkezinin yeri,
- Korumayı yapan sismik koruyucuya gelecek maksimum kuvvetler,
- Asılı veya yere monte edilmiş olduğudur.

Cihazların sismik koruması, bütün veriler dikkate alınarak kuruluş aşamasında yapılmalıdır. Maliyetten kaçınılmaması gerektiğini deprem yaşayınca gördük. Depremin verdiği zararlar göz önünde tutulduğunda koruyucular tekniğine uygun kullanılmalıdır.

5.3. Ses Yalıtımı Malzemeleri

İnsan kulağında işitme duyusunu uyaran titreşim yapan bir kaynağın hava basıncında oluşturduğu dalgalanmalarla meydana gelen fiziksel olaya "ses" denir. İnsan kulağı 20 Hz ile 20.000 Hz arasındaki sesleri işitebilir. Sesin işitilebilmesi için şiddetinin belli bir düzeye erişmesi gerekmektedir. İnsan sesleri ise 250-500-1000-2000 Hz'lik frekanslarda yer almaktadır.

Ses yalıtımında gelişen teknolojiye paralel olarak yapı elemanlarının hafiflemesiyle gürültü sorunları ortaya çıkmaktadır. Bu sebeple yapı elemanlarının ses ışınları karşısındaki davranışlarını iyi bilmek, sonradan meydana gelecek masraflı ve telafisi zor durumlarda kalmayı önleyebilir. Yapı elemanları vasıtasıyla iletilen bu seslerin miktarlarını azaltmak için alınan önlemlere "Ses Yalıtımı" denir.

Resim 5.13: Poliüretan akustik levha

Yapı elemanlarında sesin iletimi ve yayılımı iki yolla olur :

- Hava doğuşumlu sesin bir mekândan diğerine iletilmesi
- Darbe sesinin alıcı mekânda hava doğuşumlu ses olarak yayılması ya da strüktür yoluyla uzak mekanlara taşınarak hava doğuşumlu ses olarak yayılması

5.3.1. Ses Yalıtımı Yapılırken Kullanılan Malzeme ve Yöntemler

Özellikle konut, okul, hastane gibi gürültüye duyarlı yapılar için yapı elemanlarının ses geçiş kaybı değerlerinin belli limitlerde olması gerekmektedir. Yapı akustiği açısından en doğrusu mimari tasarım aşamasında gürültü kontrolünün yapılmasıdır. Mekânların işlevleri ve bu mekânları etkileyen gürültü kaynakları göz önüne alınarak alınabilecek bazı önlemler şu şekildedir:

Yapının konumu;

- Yapının otoyollardaki trafik, demir yolu ve hava yolu taşıtlarının gürültülerinden etkilenmemesi için mümkün olduğunca uzağa inşa etmek
- Gürültü kaynağı ile seçilen yerleşim merkezleri arasına doğal tepeler, ağaçlar veya yapay setler oluşturmak,
- Yansımaya sebep olacak bina şekillerinden (U şeklinde, avlu tipi) kaçınmak,
- Mevcut rüzgâr ve sıcaklık değişimlerini dikkate almaktır.

Yapımda kullanılan metot;

- Çift tabakalı duvar uygulaması yapmak,
- Cam alanlarında çift cam, lamine cam uygulaması yapmak,
- Kalın, ağır ve boşluksuz kapılar kullanmak kullanılamıyorsa önlem almak,
- Duvarları delerek geçen havalandırma kanallarından, borulardan ve etrafındaki boşluklardan ses sızıntısını önlemek,
- Darbe sesine karşı yüzer döşeme uygulamaları yapmak (neopren, polietilen, taş yünü döşeme detayları), esnek tespitli asma tavan uygulamaktır.

Ses yalıtımında kullanılan malzemeler;

- Mineral yünler
- Polietilen kauçuk köpüğü
- Ahşap yünü
- Poliüretan

Ses yalıtımı nerelerde yapılmalıdır?

Ses yalıtımı;

- Gürültünün zararlı etkilerinden korunması gereken alanlarda (konutlar, okul, hastane, yurt, otel, iş yeri vb.),
- Çevreye yaydıkları gürültünün önlenmesi gereken alanlarda (jeneratör, hidrofor, kalorifer, yüksek ses düzeyine sahip eğlence yerleri vb.),
- Kullanım koşulu sese bağlı alanlarda (sinema, tiyatro, konser ve konferans salonu, TV ve ses kayıt stüdyosu vb.) yapılmalıdır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek yalıtım malzemesi seçimini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Isı ve buhar yalıtım malzemelerinin seçimini yapınız.	➢ Edindiğimiz bilgilere göre uygulamayla ilgili bilgiler doğrultusunda hareket ediniz. ➢ Kullanılacakları yer özelliklerine uygun filtreleri belirleyiniz. ➢ Filtre seçimini yaparken kullanım amacına uygun özellikte olmasına dikkat etmelisiniz. ➢ Montaj yaparken kullanımda verimli ve bakım sırasında kolaylık sağlayacak yerler olmasına dikkat ediniz.
➢ Mekanik titreşim yalıtımında kullanılan cihazların, sismik koruma yapan elemanların, ses yalıtımı malzemelerinin seçimini yapınız.	➢ Görev yapacakları yere uygun tercihte bulunmalısınız. ➢ Mekanik titreşim ihtiyacını kullanılacak yere göre seçmelisiniz. ➢ Sismik koruma yapılacak yerlerin konumuna göre seçim yapmalısınız. ➢ Ses yalıtımı ihtiyacı olan yerlerde mutlaka uygun malzeme ile yalıtılmalıdır. ➢ Firmaların kataloglarından uygun seçimler yapmalısınız. ➢ Zamanı iyi kullanarak iş disiplinine uygun çalışmak başarıyı getirir, unutmayınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Isı ve buhar yalıtım malzemelerinin seçimini yaptınız mı?		
2. Mekanik titreşim yalıtımında kullanılan cihazların, sismik koruma yapan elemanların, ses yalıtımı malzemelerinin seçimini yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "**Hayır**" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "**Evet**" ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Binaların dış cephe duvarları, cam ve doğramaları, çatıları, döşemeleri ve tesisatlarında, ısı geçişini azaltan uygulamalara ne denir?
A) Hava yalıtımı B) Isı yalıtımı C) Ses yalıtımı D) Gürültü yalıtımı

2. Tesisat yalıtımı ile enerji kayıp veya kazançları dışında, hattı oluşturan boruların yoğuşma sebebiyle ne oluşması önlenir?
A) Korozyon B) Ekonomi C) Ses D) Gürültü

3. Bina veya tesisattaki sıcaklık, terleme sıcaklığının altına düşerse ne olur?
A) Buharlaşma B) Soğuma C) Yoğuşma D) Isınma

4. Tesisatlarda yoğuşma; ısı yalıtımı yapılmaz veya yetersiz yapılırsa nerede olur?
A) İçeride B) Depoda C) Odada D) Yüzeyde

5. Isı yalıtım malzemesinin buhar difüzyon direnç katsayısının (μ) yetersiz olması durumunda yoğuşma yalıtım malzemesinin neresinde olur?
A) İçinde B) Üzerinde C) Yanında D) Arkasında

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–6

AMAÇ

Bu faaliyetteki bilgi ve becerileri kazandığınızda ve uygun ortam sağlandığında, gerekli donanımı kullanarak havalandırma tesisatında kanalların tespit ve bağlama elemanlarını tanıyacak; tekniğine ve standardına uygun olarak seçimlerini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Havalandırma tesisatı bulunan tesisleri dolaşarak konu ile ilgili bilgi toplayınız.
- Tespit malzemeleri ile ilgili sektörde faaliyet gösteren firmaları dolaşarak bilgi toplayınız. Topladığınız bilgileri rapor haline getirerek arkadaşlarınızla paylaşınız.

6. HAVALANDIRMA KANALI TESPİT ELEMANLARI

6.1. Galvaniz Rot (Tij) Çeşitleri

Askı sistemlerinde çeşitli adaptörler yardımıyla kullanılan bağlantı elemanıdır. Boyları istenilen ölçüde kesilebilir. Paslanamaya karşı 8-12 mikron çinko kaplı olanları olduğu gibi siyah çelikten olanlar da vardır.

GALVANİZ ROT (TİJ) ÇEŞİTLERİ								
Ölçü	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20
Boy(mm)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Boy(mm)	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Paket Ad.	100	50	50	25	20	15	15	10

Tablo 6.1: Galvanizli rot ölçüleri

Resim 6.1: Rot (tij)

6.2. Çakmalı Dübel

Beton zeminlerde kısa delik gerektiren yerlerde kullanılan dübel çeşididir. Montajı kolaydır. İçindeki konik bağlı çekirdeği sayesinde dengeli açılma yaparak betona daha güvenli olarak oturur. Beton içinde dönme yapmaz. Paslanmaya karşı 8-12 mikron çinko kaplıdır.

ÇAKMALI DÜBEL						
Ölçü	M6	M8	M10	M12	M16	M20
Boy(mm)	Q8-30 mm	Q10-32 mm	Q12-40 mm	Q15-50 mm	Q20-60 mm	Q25-80 mm
Paket Ad.	700	400	250	150	75	35

Tablo 6.2: Çakmalı dübel ölçüleri

Resim 6.2: Çakmalı dübel

6.3. Çekmeli Dübel

Standart cıvata ve saplama ile kullanılan dübel çeşididir. Montajı kolaydır. Beton içinde açılan kulakçıkları sayesinde dengeli montaj sağlar ve beton içinde dönme yapmaz. Çekme mukavemeti yüksektir. Kullanılacak yere göre cıvata boyuna dikkat edilmelidir. Bağlantı yapılacak malzemenin kalınlığına göre somun ve pul kalınlığına dikkat edilmelidir. Paslanmaya karşı 8-12 mikron çinko kaplıdır.

ÇEKMELİ DÜBEL						
Ölçü	M6	M8	M10	M12	M16	M20
Boy(mm)	Q10-30 mm	Q13-32 mm	Q15-40 mm	Q17-50 mm	Q22-60 mm	Q25-80 mm
Paket Ad.	200	200	200	100	50	25

Tablo 6.3: Çekmeli dübel ölçüleri

Resim 6.3: Çekmeli dübel

6.4. Sac Gömlekli Dübel

Yüksek doz betonda ve sert zeminde kullanılan orta yük montaj elemanıdır. Montajı kolaydır. Kısa deliklerde etkili bağlantıyı mümkün kılar. Güvenli tutma ve sıkma yapar. Titreşimlerden etkilenmez. Paslanmaya karşı 8-12 mikron çinko kaplıdır.

SAC GÖMLEKLİ DÜBEL								
Ölçü	M6x45	M6x65	M8x55	M8x75	M10x70	M10x85	M12x90	M12x110
Boy(mm)	Q8-30 mm	Q8-45 mm	Q10-35mm	Q10-55mm	Q12-45mm	Q12-62mm	Q16-62mm	Q16-75mm
Paket Ad.	100	50	50	25	20	15	15	10

Tablo 6.4: Sac gömlekli dübel ölçüleri

Resim 6.4: Sac gömlekli dübel

6.5. Cıvatalı Borulu Dübel

Standart cıvata ve saplaması kendinden kısa mesafeli bağlantı parçası olarak kullanılan dübel çeşididir. Dış kovanı borudan imal edilmiştir. Beton içinde açılan kulakçıkları sayesinde dengeli montaj sağlar ve beton içinde dönme yapmaz. Beton ve taşta en zor şartlarda dinamik yüklerde tercih edilen montajı kolay bir dübeldir.

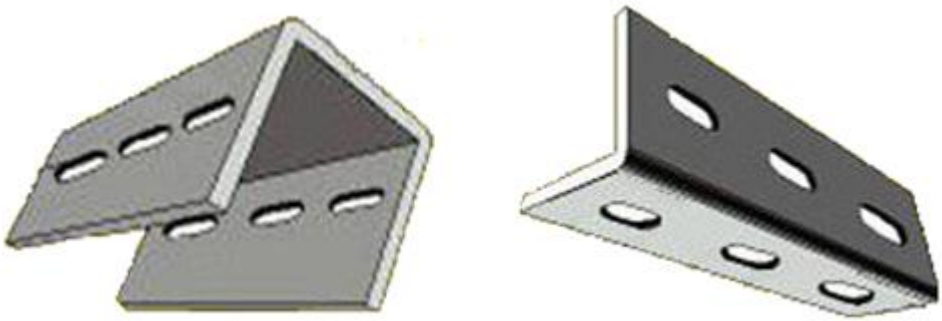
CIVATALI BORULU DÜBEL						
Ölçü	M6x65	M8x75	M10x85	M12x90	M16x120	M20x140
Boy(mm)	Q10-45 mm	Q13-45 mm	Q15-50 mm	Q17-60 mm	Q22-75 mm	Q25-90 mm
Paket Ad.	200	200	200	100	50	25

Tablo 6.5: Cıvatalı borulu dübel ölçüleri

Resim 6.5: Cıvatalı borulu dübel

6.6. Galvaniz Perfore

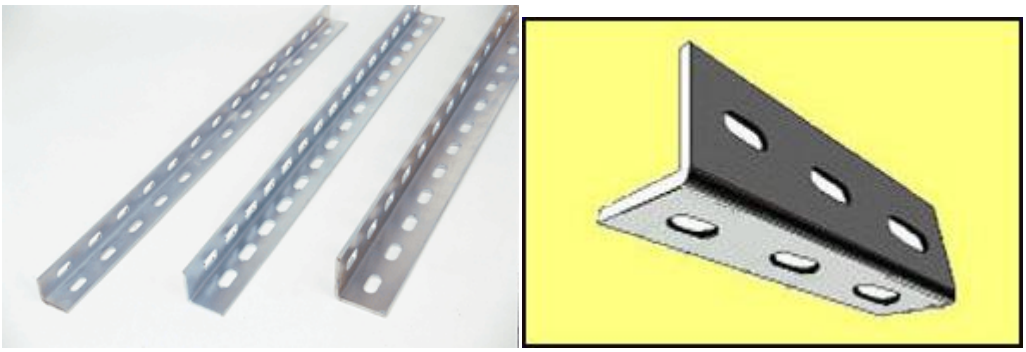
Çok amaçlı ve pratik montaj imkânı sağlayan askı ve sabitleme elemanıdır. Kanal boyları istenilen ölçüde kullanılabilir. Paslanmaya karşı 8-12 mikron çinko kaplıdır. Emniyetli bir bağlantı sağlar.



Resim 6.6: Galvaniz perfore

6.7. L Profil

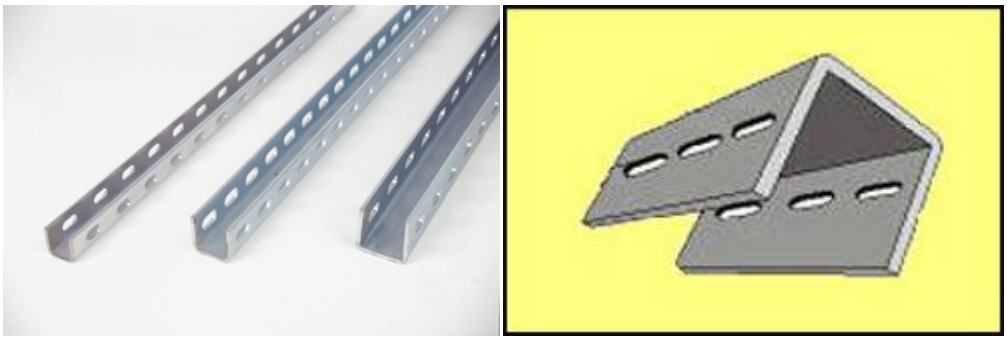
Farklı endüstrilerde geniş kullanım alanına sahiptir. Yatay ve düşey boru askı montajında havalandırma kanallarının tespitinde, boru askı sistemlerinde destek ve bağlantı elemanı olarak kullanılır. Müşteri gereksinimlerini karşılayacak şekilde farklı boy ve kalınlıklarda üretilir. Tek olarak kullanılabilecekleri gibi diğer profillerle birlikte de kullanılabilirler. Bağlantı elemanlarına uyumludur. Delikleri montaj ve kurulum kolaylığı sağlar.



Resim 6.7: L profil

6.8. U Profil

Farklı endüstrilerde geniş kullanım alanına sahiptir. Dış cephe askılarında, boru askı sistemlerinde destek ve bağlantı elemanı olarak kullanılır. Müşteri gereksinimlerini karşılayacak şekilde farklı boy ve kalınlıklarda üretilir. Tek olarak kullanılabilecekleri gibi diğer profillerle birlikte de kullanılabilirler. Delikleri montaj ve kurulum kolaylığı sağlar.



Resim 6.8: U profil

6.9. Uzatma Somunu

Deliği içine vida çekilmiş ve dış çevresi altıgen, dörtgen, yuvarlak vb. biçimlerde olan makine elemanlarına somun denir. Rotların ya da iki erkek dişli parçanın bağlantısında kullanılır.

UZATMA SOMUNU	
Ölçü	Boy
M8	35 mm
M10	40 mm
M12	40 mm
M16	40 mm

Tablo 6.7: Uzatma somunu ölçüleri

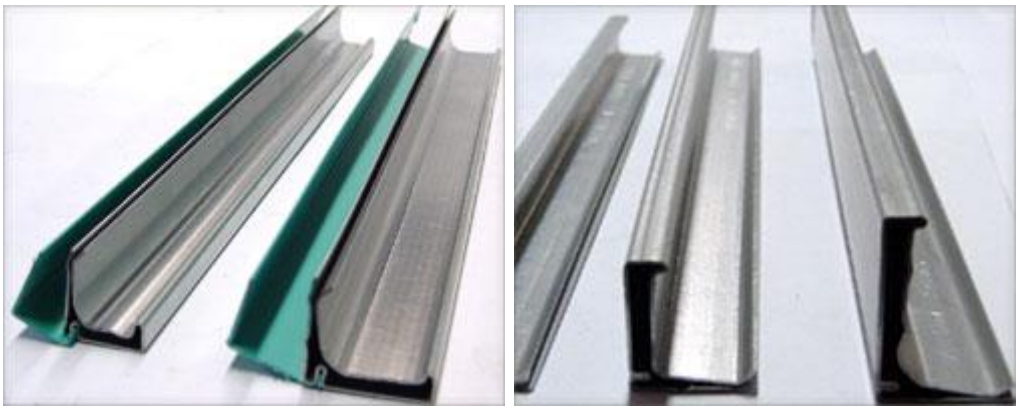
Resim 6.9: Uzatma somunu

6.10. Kanal Flanşı

Hava kanalları ve kanal flanşı TSE belgeli galvaniz, paslanmaz veya alüminyum levha ve yüksek mukavemetli malzemeden üretilir. Üretimde kullanılan kanal flanşı özel dizaynı sayesinde yüksek sızdırmazlığa sahiptir.

KANAL FLANŞI
20 mm
30 mm
40 mm

Tablo 6.8: Kanal flanşı ölçüleri

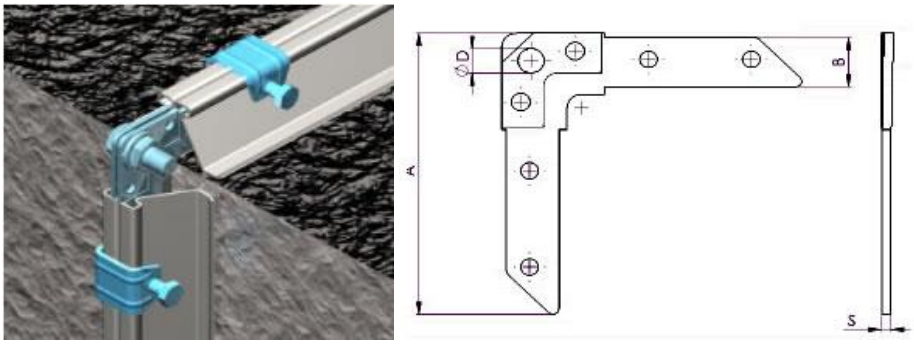


Resim 6.10: Kanal flanşı

6.11. Kanal Köşe Parçası

Havalandırma kanallarını birbirine monte etmek için gerekli olan flanş profillerini birleştirmede kullanılan yan parçalardır.

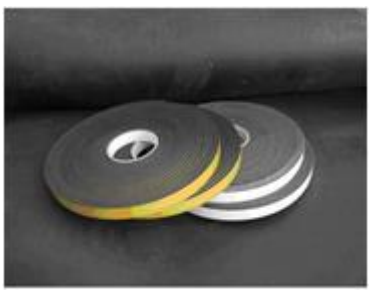
Resim 6.11: Kanal köşe parçası



Resim 6.12: Kanal köşe parçası montajı

6.12. Neopran Conta

Havalandırma kanalı flanşlarında sızdırmazlık contası olarak kullanılır. Su, hava, toz, yağ ve gürültü gibi etkilere karşı sızdırmazlık sağlar, ultraviyole ışınlarına karşı dirençlidir. Genişliği 10 mm ile 1000 mm arasında imal edilebilir.



Resim 6.13: Neopran conta

6.13. Sıkıştırma Klipsi Cıvata Somun

Havalandırma kanallarının, birbirine gerekli olan flanş profillerini sıkıştırmak amacı ile kullanılan en ideal ve ekonomik elemandır. Profilleri cıvata yardımı ile kolayca bastırarak sıkıştırır. Esnek ve kolay montaj imkanı için estetiği göz önüne alınmamıştır. Yüksek kapasite elde edebilmek için katı bir yapısı vardır. Mengene cıvatası her zaman flanş cıvataları ile uygun ve aynı ebatlarda olmalı ki montaj aynı çekme değerinde taşıyabilsin. Paslanmaya karşı çinko kaplanmıştır

Resim 6.14: Sıkıştırma klipsi cıvata somun

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek faaliyeti yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Hava kanallarının ağırlığına, işlevine, estetiğine ve kanal cinsine uygun montaj elemanını seçiniz.	➢ Uygulamayla ilgili bilgiler doğrultusunda hareket ediniz. ➢ Projeye ve hesaplamalara uygun yerleştirilecek kanalları kontrol ediniz. ➢ Projeye göre hazırlanmış kanal özelliklerini tespit ediniz. ➢ Havalandırma kanallarının yaptığı işe uygun tespit elemanlarının seçimini yapınız. ➢ Uygun aralıklarla montaj elemanlarını kullanınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Hava kanallarının ağırlığına, işlevine, estetiğine ve kanal cinsine uygun montaj elemanını seçtiniz mi?		
2. Uygulamayla ilgili bilgiler doğrultusunda hareket ettiniz mi?		
3. Projeye ve hesaplamalara uygun yerleştirilecek kanalları kontrol ettiniz mi?		
4. Projeye göre hazırlanmış kanal özelliklerini tespit ettiniz mi?		
5. Havalandırma kanallarının yaptığı işe uygun tespit elemanlarının seçimini yaptınız mı?		
6. Uygun aralıklarla montaj elemanlarını kullandınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "**Hayır**" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "**Evet**" ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Askı sistemlerinde çeşitli adaptörler yardımıyla kullanılan bağlantı elemanlarına ne denir?
A) Cıvata B) Somun C) Rot D) Rondela

2. Beton zeminlerde kısa delik gerektiren yerlerde kullanılan dübel çeşidi hangisidir?
A) Borulu B) Çakmalı C) Çekmeli D) Cıvatalı

3. Standart cıvata ve saplama ile kullanılan dübel çeşidi hangisidir?
A) Borulu B) Cıvatalı C) Çakmalı D) Çekmeli

4. Yüksek doz betonda ve sert zeminde kullanılan orta yük montajında kullanılan dübel hangisidir?
A) Sac gömlekli B) Çakmalı C) Çekmeli D) Cıvatalı

5. Standart cıvata ve saplaması kendinden kısa mesafeli bağlantı parçası olarak kullanılan dübel hangisidir?
A) Cıvatalı B) Çakmalı C) Çekmeli D) Borulu

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise "Modül Değerlendirme"ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Öğretmeninizle birlikte belirleyeceğiniz uygun bir alana, havalandırma tesisatı kanal kesit hebası uygulaması yapınız. Hesabı yapılan havalandırma kanalına uygun fan, menfez, damper, susturucu ve titreşim önleyiciyi, yalıtım malzemesi ile havalandırma kanalı tespit elemanlarını seçiniz, uygun montaj elemanlarını kullanarak monte ediniz, gerekli yalıtımı yapınız.

KONTROL LİSTESİ

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Kanal kesit hesabını yaptınız mı?		
2. Fan seçimini yaptınız mı?		
3. Menfez sayı ve seçimini yaptınız mı?		
4. Gerekli olan yere damper koydunuz mu?		
5. Montaj yaparken susturucu ve titreşim önleyicileri monte ettiniz mi?		
6. Uygun montaj elemanlarını seçerek montajı gerçekleştirdiniz mi?		
7. Kanal için gerekli yalıtımı yaptınız mı?		
8. İş ve iş güvenliği kurallarına uydunuz mu?		
9. Uygun takım kullandınız mı?		
10. Tertipli, düzenli ve temiz çalıştınız mı?		
11.İşi, verilen sürede yapabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "**Hayır**" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "**Evet**" ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	**D**
2	**C**
3	**A**
4	**B**
5	**A**
6	**C**
7	**D**
8	**C**
9	**A**
10	**C**

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

Her bir difüzör 300 m3/h'lik debiye sahip olduğuna göre fan çıkışındaki A ile tanımlanan kanaldaki debi miktarı;

9 x 300 = 1800 m3/h olur. HMA 25 seçilir.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	**A**
2	**C**
3	**D**
4	**B**
5	**A**

ÖĞRENME FAALİYETİ-4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	**C**
2	**D**
3	**A**
4	**B**
5	**A**
6	**D**
7	**B**
8	**C**
9	**D**
10	**A**

ÖĞRENME FAALİYETİ-5'İN CEVAP ANAHTARI

1	**B**
2	**A**
3	**C**
4	**D**
5	**A**

ÖĞRENME FAALİYETİ-6'NIN CEVAP ANAHTARI

1	**C**
2	**B**
3	**D**
4	**A**
5	**A**

KAYNAKÇA

- KLİMA TESİSATI, Türkiye Makine Mühendisleri Odası Yayınları

- ROTHENBERGER, hauptkatalog. www.rothenberger.com, 2003/2004 (12:24-27.05.2015)